การศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่ง โดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกล

A STUDY ON UAV OPEN BURNING IMAGE DETECTION SYSTEM USING MACHINE LEARNING METHOD

กฤษดา ประเสริฐผล
KRITSADA PHRASERTPHOL
ดรุณี เพชรสุวรรณ
DARUNEE PECHSUWAN
ปวิชญา ผิวละออ
PAWITCHAYA PEWLAOR

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

รับที่......................../......................
งานทะเบียนและประมวลผล
ฉบับที่...

เรื่อง การศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งโดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกล

A STUDY ON UAV OPEN BURNING IMAGE DETECTION SYSTEM USING MACHINE LEARNING METHOD

ผู้จัดทำ

1. นายกฤษดา ประเสริฐผล รหัสนักศึกษา 60515004
2. นางสาวดรุณี เพชรสุวรรณ รหัสนักศึกษา 60515017
3. นางสาวปวิชญา ผิวละออ รหัสนักศึกษา 60515024

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อปริญญานิพนธ์ การศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งโดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกล

Project Title A STUDY ON UAV OPEN BURNING IMAGE DETECTION SYSTEM USING MACHINE LEARNING METHOD

ชื่อนักศึกษา นายกฤษดา ประเสริฐผล **รหัสนักศึกษา** 60515004
นางสาวดรุณี เพชรสุวรรณ **รหัสนักศึกษา** 60515017
นางสาวปวิชญา ผิวละออ **รหัสนักศึกษา** 60515024

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.รัฐพงษ์ สุวลักษณ์	ประธานกรรมการ	
อ.ดร.รัตติกร สมบัติแก้ว	กรรมการ	
รศ.ดร.ปุณยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์	กรรมการ	
อ.พิศากร สิทธิวัจน์	กรรมการ	
ผศ.ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ	กรรมการ	

วันเดือน/ปี ที่สอบ 7 – 8 มิถุนายน พ.ศ. 2564 เวลา 09.00 – 17.30 น.
สถานที่สอบ ออนไลน์ด้วยโปรแกรม Microsoft Team

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ.2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์	การศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งโดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกล	
นักศึกษา	นายกฤษดา ประเสริฐผล	**รหัสนักศึกษา** 60515004
	นางสาวดรุณี เพชรสุวรรณ	**รหัสนักศึกษา** 60515017
	นางสาวปวิชญา ผิวละออ	**รหัสนักศึกษา** 60515024
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.กตัญญู กลับสุวรรณ์	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2563	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งโดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลินนิ่งแบบโครงสร้างอัลกอรีทึมคอนโวลูชันโครงข่ายประสาทเทียมมาแยกแยะคุณลักษณะของภาพการเผาไหม้ ได้แก่ ควันไฟและเปลวไฟ เป็นต้น การออกแบบโมเดลแมชชีนเลินนิ่งจะประกอบด้วยเครื่องมือ ได้แก่ Tensor Flow, OpenCV, PyCharm, Pytorch และ LabelImg ตามลำดับ ในการทดลองได้ใช้งานกล้องความละเอียด Full HD ติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์บนซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันได้และสามารถตรวจจับภาพการเผาไหม้ได้โดยแสดงผลการบ่งชี้คุณลักษณะของควันไฟและเปลวไฟผ่านโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง การทดลองได้จำลองสถานการณ์ของแหล่งการเผาไหม้ในที่โล่งแบบ 1 จุด และ 2 จุด ในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งได้สูงถึง 30 เมตร และระยะห่าง 5 - 10 เมตร ความแม่นยำในการตรวจจับภาพควันไฟและเปลวไฟในเวลากลางวันเฉลี่ยสูงถึง 82 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเดียวกัน ความแม่นยำในเวลากลางคืนเฉลี่ยได้สูงถึง 86 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ผลการทดลองสามารถออกแบบให้สามารถเปลี่ยนโหมดภาพจาก RGB สำหรับกลางวันและ HSV สำหรับเวลากลางคืนได้ ประโยชน์ที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คือการประยุกต์อากาศยานไร้คนขับสำหรับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งด้วยวิธีการเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลินนิ่งสำหรับใช้เป็นนวัตกรรมใหม่ป้องกันภัยด้านสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ, การเผาไหม้ในที่โล่ง, ตรวจจับการเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title A Study on UAV Open Burning Image Detection System using Machine Learning Method

Students Mr. Kritsada Phrasertphol **Student ID** 60515004

Miss. Darunee Pechsuwan **Student ID** 60515017

Miss. Pawitchaya Pewlaor **Student ID** 60515024

Advisor Asst. Prof. Dr. Sarun Duangsuwan

Co-Advisor Dr. Katanyoo Klapsuwan

Degree Bachelor of Engineering

Program in Information Engineering

Academic Year 2020

ABSTRACT

This thesis presents a study on unmanned aerial vehicle (UAV) open burning image detection system using the machine learning (ML) method. The Convolutional Neural Network (CNN) algorithm is based on the structure of the ML model to discriminate the smoke and burning imagery. To design the ML model, there are tools such as Tensor Flow, OpenCV, PyCharm, Pytorch, and Labellmg, were used, respectively. In the experiment, a camera Full HD was mounted with the UAV that can link live streaming on the software application and the resulting can characterize the smoke and burning imagery via ML model. Based on the situation of open burning with one point source and 2 points of cases study both in the daytime and nighttime, the result shows that the UAV can detect the open burning up to 30 m altitudes, at 5 m and 10 m of separation distance. As a result, the percentage of precision was up to 82 % in the daytime and 86 % in the nighttime. Furthermore, we can design as the RGB (Red, Green, Blue) mode for the daytime and HSV (Hue, Saturation, Value) mode for the nighttime. The benefit of this work is to develop an application of UAV for open burning detection by using ML method for deploying as an innovation of environmental prevention.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Open Burning, Burn Detection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยคำแนะนำจาก ผศ.ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและ ดร.กตัญญู กลับสุวรรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ แนวคิด และช่วยเหลือตลอดจนแก้ไขตรวจทานข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์มาโดยตลอดภาคการศึกษา ทั้งนี้ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร เป็นอย่างยิ่งที่ให้คำแนะนำและความรู้ตลอดภาคการศึกษาจนโครงงานสำเร็จลุล่วงผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้โอกาสทางด้านการศึกษาและให้คำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด

กฤษดา ประเสริฐผล
ดรุณี เพชรสุวรรณ
ปวิชญา ผิวละออ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3
1.5 แผนการดำเนินงาน.....3
1.6 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....6
2.1 อากาศยานไร้คนขับ.....6
2.2 ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับ.....10
2.3 การควบคุมเสถียรภาพการบิน.....12
2.4 อากาศยานไร้คนขับของประเทศไทย.....13
2.5 การเผาในที่โล่ง (Open Burning).....14
2.6 การเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลินนิ่ง (Machine Learning).....17
2.6.1 กระบวนการของปัญญาประดิษฐ์.....22
2.6.2 ขั้นตอนติดตั้งเครื่องมือสำหรับการทำโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง.....29
2.7 เครื่องมือที่ใช้สร้างโมเดลแมชชีนเลินนิ่งและไลบรารี่ (Library).....35

บทที่ 3 การออกแบบ.....41
3.1 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง.....41
3.2 การสร้างโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง.....42
3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูล (Dataset).....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 ขั้นตอนการเทรนแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่ง......48
3.3 ระบบตรวจจับภาพการเผาไหม้ด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง......52

บทที่ 4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง......56
4.1 ขั้นตอนการทดลอง......56
4.1.1 การเตรียมทดลอง......57
4.1.2 กำหนดขอบเขตการทดลอง......58
4.2 ผลการทดลอง......62
4.2.1 กรณีตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 16.00 น.)......62
4.2.2 กรณีตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 16.00 น.)......65
4.2.3 กรณีตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางคืน (ทดลอง ณ เวลา 19.00 น.)......69
4.2.4 กรณีตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืน (ทดลอง ณ เวลา 19.00 น.)......73
4.2.5 ผลการเปรียบเทียบโหมดภาพ HSV และ RGB ในเวลากลางคืน......77
4.3 ขั้นตอนการทดลองกรณีจำลองแหล่งการเผาในที่โล่ง 2 จุด......78
4.4 ผลการทดลองการทดลองการเผาในที่โล่ง 2 จุด......79
4.4.1 กรณีตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 17.00 น.)......80
4.4.2 กรณีตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 17.00 น.)......83

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ......86
5.1 สรุปผลการทดลอง......86
5.2 ปัญหาและอุปสรรค......89
5.3 ข้อเสนอแนะ......90

บรรณานุกรม......88
ภาคผนวก ก ชุดข้อมูล Dataset......94
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานอุปกรณ์......136
ภาคผนวก ค โค้ดการใช้งานของโปรแกรม......141
ประวัติผู้เขียน......143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 1....3
1.2 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 2....4
2.1 ประเภท ข้อดี ข้อเสีย ของอากาศยานไร้คนขับ....10
5.1 ผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลอง ที่ระยะห่าง 5 เมตร ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้....87
5.2 ผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลอง ที่ระยะห่าง 10 เมตร ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้....87
5.3 ผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลอง ที่ระยะความสูง ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้....89
5.4 ผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลอง ที่ระยะความสูง ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้....89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ภาพข่าวการจัดอันดับค่า AQI ทั่วโลกในปี พ.ศ. 2563....1
2.1 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง....7
2.2 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน....8
2.3 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง....9
2.4 วงจรระบบควบคุมการบินของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน 4 ใบพัด....12
2.5 ตัวอย่างการเผาไหม้ในที่โล่ง....14
2.6 ลำดับชั้นการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์....17
2.7 ประเภทหลักของ Machine Learning....18
2.8 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised)....19
2.9 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised)....20
2.10 การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement)....21
2.11 กระบวนการปัญญาประดิษฐ์....22
2.12 วิธีการของ Deep Learning....22
2.13 ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning....24
2.14 Convolutional Neural Network (CNN)....24
2.15 การมองวัตถุของมนุษย์....25
2.16 ตัวกรอง 3 x 3 สำหรับหาเส้นตรงทแยงสีขาว (ลักษณะ Filter)....25
2.17 การเลื่อนตำแหน่งพิกเซล....26
2.18 การกำหนดค่าเท่ากับ 1 ช่อง....26
2.19 การกำหนดค่าเท่ากับ 2 ช่อง....27
2.20 ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพเครื่องปั้นดินเผา....27
2.21 ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพแมว....28
2.22 ผลลัพธ์การทำ Max Pooling....28
2.23 การดาวน์โหลด Anaconda....29
2.24 โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt....29
2.25 คำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python....30
2.26 คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี่ OpenCV....30
2.27 คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี่ TensorFlow....30
2.28 ดาวน์โหลดเครื่องมือ YOLO-V2....30
2.29 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน....31
2.30 สถาปัตยกรรมของ YOLO-V2....32
2.31 โฟลเดอร์ Darkflow-Master....32
2.32 คำสั่งที่ใช้สำหรับตั้งค่าเครื่องมือ YOLO-V2....32
2.33 ไฟล์ Tiny-YoLo-Voc.weights ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master....33
2.34 ลักษณะโปรแกรม LabelImg....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.35 ลักษณะโปรแกรม Pycharm....34
2.36 Python....35
2.37 OpenCV....36
2.38 Tensorflow และ YoLo เฟรมเวิร์ก....36
2.39 LabelImg....37
2.40 Pycharm....37
2.41 Pyinstaller....39
2.42 OBS-Studio....39
3.1 บล็อกไดอะแกรมแมชชีนเลินนิ่ง....41
3.2 ส่วนของชุดข้อมูล....42
3.3 ชุดข้อมูลกลุ่มควันสำหรับใช้เทรนการทำงาน....43
3.4 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดเล็กสำหรับใช้เทรนการทำงาน....44
3.5 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดใหญ่สำหรับใช้เทรนการทำงาน....45
3.6 การตั้งค่าป้ายชื่อภายโปรแกรม LabelImg....46
3.7 การเปิดใช้งานโปรแกรม LabelImg....46
3.8 Change Save Format ในโหมด PascalVoc....47
3.9 การตีกรอบสี่เหลี่ยมรูปภาพ....47
3.10 ลักษณะไฟล์ที่ใช้สำหรับอธิบายคุณลักษณะของรูปภาพ....48
3.11 แบบจำลองสำหรับการเทรนชุดข้อมูล....48
3.12 การเปลี่ยนค่าของ Classes....49
3.13 การเปลี่ยนค่า Filters ที่อยู่ในส่วนของ [Convolution]....49
3.14 กำหนดค่า Num ให้มีค่าเท่ากับ 5 และค่าของ Classes มีค่าเท่ากับ 3....50
3.15 ไฟล์ Labels.txt....51
3.16 การกำหนดค่า epoch ในโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt....51
3.17 เริ่มสถานะการเทรนโมเดล....51
3.18 สถานะการเทรนโมเดลที่มีการสูญเสีย....52
3.19 โฟว์ชาตการตรวจจับภาพการเผาไหม้ด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง....52
3.20 ตัวอย่างการแสดงสถานะการตรวจจับการเผาไหม้ในที่โล่ง....53
3.21 โปรแกรม Pycharm....53
3.22 การสร้าง New Project สำหรับบออกแบบแอพพลิเคชั่น....54
3.23 โค้ดที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรม....54
3.24 คำสั่งที่ใช้ในการติดตั้งไลบรารี่ Pyinstaller....55
3.25 คำสั่งที่ใช้สำหรับการแปลงโปรแกรมให้กลายเป็นแอปพลิเคชัน....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 แบบจำลองการทดลอง	56
4.2 อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งอุปกรณ์พร้อมสำหรับการทดลอง	57
4.3 ตัวอย่างการเผาในที่โล่ง (ซ้ายมือ) ภาพเปลวไฟ และ (ขวามือ) ภาพควันไฟ	58
4.4 การทดลองที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 5 เมตร	59
4.5 การทดลองที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 7 เมตร	59
4.6 การทดลองที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 10 เมตร	60
4.7 การทดลองที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 5 เมตร	60
4.8 การทดลองที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 7 เมตร	61
4.9 การทดลองที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 10 เมตร	61
4.10 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 5 เมตร	62
4.11 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 7 เมตร	63
4.12 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 10 เมตร	63
4.13 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 5 เมตร	64
4.14 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 7 เมตร	64
4.15 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 10 เมตร	65
4.16 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 5 เมตร	66
4.17 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 7 เมตร	66
4.18 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 10 เมตร	67
4.19 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 5 เมตร	67
4.20 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 7 เมตร	68
4.21 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 10 เมตร	68
4.22 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 5 เมตร	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.23 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 7 เมตร.....70
4.24 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 10 เมตร.....70
4.25 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 5 เมตร.....71
4.26 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 7 เมตร.....71
4.27 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 10 เมตร.....72
4.28 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 5 เมตร.....73
4.29 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 7 เมตร.....74
4.30 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 5 เมตร และความสูง 10 เมตร.....74
4.31 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 5 เมตร.....75
4.32 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 7 เมตร.....75
4.33 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืนที่ระยะห่าง 10 เมตร และความสูง 10 เมตร.....76
4.34 ภาพ HSV สำหรับใช้งานเวลากลางคืน.....77
4.35 ภาพ RGB สำหรับใช้งานเวลากลางคืน.....77
4.36 แบบจำลองการทดลองกรณี 2 จุด.....78
4.37 ตัวอย่างการทดลองกรณีจำลองแหล่งการเผาในที่โล่ง 2 จุด.....79
4.38 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 10 เมตร.....80
4.39 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 15 เมตร.....81
4.40 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 20 เมตร.....81
4.41 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 25 เมตร.....82
4.42 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 30 เมตร.....82
4.43 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 10 เมตร.....83
4.44 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 15 เมตร.....84
4.45 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 20 เมตร.....84
4.46 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 25 เมตร.....85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.47 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันที่ความสูง 30 เมตร............................85
ก.1 ชุดข้อมูลกลุ่มควันสำหรับใช้เทรนการทำงาน..95
ก.2 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดเล็กสำหรับใช้เทรนการทำงาน...106
ก.3 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดใหญ่สำหรับใช้เทรนการทำงาน...129
ข.1 อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Matrice 200...137
ข.2 แบตเตอรี่ LiPo ขนาด 12 โวลต์..138
ข.3 โมดูลไร้สายส่งข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz...139
ข.4 โมดูลไร้สายรับข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz...140
ค.1 โค้ดการทำงานของโปรแกรม..142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตการศึกษาของโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ แผนการดำเนินงานและโครงสร้างของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัญหาหลักของมลพิษทางอากาศ [1] ส่วนใหญ่มาจากฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนและ 2.5 ไมครอน หรือที่รู้จักว่า PM10 และ PM2.5 จากข้อมูลหลากหลายแหล่งข่าวในปี พ.ศ. 2563 แสดงระดับความรุนแรงของค่าดัชนีคุณภาพอากาศหรือ AQI (Air Quality Index) ในช่วงเดือน ม.ค - เม.ย พ.ศ. 2563 สูงขึ้นถึงเกือบ 300 ซึ่งเป็นค่าที่อันตรายต่อประชาชนและสิ่งมีชีวิตต่างๆ เป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะพื้นที่กทม. และจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 ภาพข่าวการจัดอันดับค่า AQI ทั่วโลกในปี พ.ศ. 2563
(ที่มา: https://mgronline.com)

จะเห็นได้ว่าจังหวัดทางภาคเหนือที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ถือได้ว่าเป็นอันดับ 1 ของโลกในปีพ.ศ. 2563 ปัจจัยแหล่งที่มาจากปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในภาคเหนือคือ การเกิดไฟป่า (Wildfire) และการเผาต่างๆ โดยช่วงเฉพาะช่วงหน้าร้อนระหว่างเดือนมกราคม - เดือนเมษายนของทุกปี มักเกิดปัญหาไฟป่าให้เห็นอยู่บ่อยครั้ง อย่างไรก็ตามปัญหาการเผาเป็นปัญหาหลักที่แก้ยากมากและหน่วยงานภาครัฐพยายามรณรงค์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเผาในที่โล่ง (Open Burning) สาเหตุมาจาก 3 กรณีหลักๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเผาเศษพืชเศษวัสดุทางการเกษตรของชาวบ้านเพื่อกำจัดวัสดุเหลือใช้เหล่านี้

2. การเผาขยะมูลฝอยจากชุมชนเพื่อกำจัดสิ่งปฏิกูลต่างๆ จากขยะในครัวเรือนและขยะในชุมชน

3. ไฟป่าและการลักลอบเผาเพื่อหาของป่า หรือการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อแสวงหาผลประโยชน์ต่างๆ

เมื่อเกิดการลุกลามของไฟป่าย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์เป็นวงกว้างแม้กระทั่งสัตว์ป่าต่างได้รับผลกระทบมากมาย สิ่งแวดล้อมถูกทำลายและเป็นแหล่งสะสมหรือบ่อเกิดมลพิษทางอากาศหลักให้กับประเทศมากที่สุด ในปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐเริ่มให้ความจริงจังต่อการยับยั้งและรณรงค์ลดการเผามากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามปัญหาการเผายังไม่ได้ลดน้อยลงไปมากเท่าที่ควรด้วยหลายๆ ปัจจัยทั้งเรื่องการเข้าถึงข้อมูลประชาสัมพันธ์ การย่อหย่อนต่อการบังคับใช้กฎหมาย หรือการทำความเข้าใจกับชาวบ้านชุมชนเหล่านั้น เนื่องด้วยกิจกรรมเหล่านี้หากดำเนินการในภาคครัวเรือนในพื้นที่ แต่หากเข้าข่ายเป็นพื้นที่ของภาครัฐหรือป่าสงวนฯ อาจจะดำเนินข้อนี้ได้ไม่ยาก ทางออกปัญหานี้อาจจะเป็นเรื่องของการให้ความรู้ความเข้าใจกับชุมชนชาวบ้านมากยิ่งขึ้นเพื่อลดปัญหาการลุกลามไปยังป่าไม้และหาวิธีการกำจัดวัสดุเหลือใช้หรือขยะมูลฝอยในลักษณะอื่นที่ไม่ใช่การเผา ปัจจุบันมีการใช้งานระบบเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศภาพถ่ายดาวเทียมตรวจสอบพื้นที่ตำแหน่งความร้อนแต่เนื่องด้วยภาพถ่ายดาวเทียมจะตรวจสอบได้แน่ชัดว่าเป็นพื้นที่ไฟไหม้ก็จะเป็นบริเวณวงกว้างเป็นที่เรียบร้อยแล้วและไม่สามารถเข้าไประงับเหตุการณ์ได้ทันถ่วงที ดังนั้น หากมีการพัฒนาระบบตรวจจับภาพก่อนการลุกลามของการเผาไหม้จะก่อประโยชน์เป็นอย่างมากเพื่อรายงานข้อมูลให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเข้าระงับเหตุการณ์ได้ทันเวลาในทางปฏิบัติ ผู้จัดทำจึงได้นำเสนอโครงงานการศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งโดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกลเพื่อทำการบินสำรวจและตรวจจับการลักลอบเผาในที่โล่งได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับสำหรับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่ง

2. เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งด้วยวิธีการแมชชีนเลินนิ่ง

3. เพื่อออกแบบโมเดลแมชชีนเลินนิ่งให้แยกแยะความแม่นยำของภาพควันไฟ และเปลวไฟของการเผาไหม้ในที่โล่งได้อย่างถูกต้อง

4. เพื่อทดสอบโมเดลแมชชีนเลินนิ่งให้สามารถใช้งานร่วมกับกล้องถ่ายภาพของอากาศยานไร้คนขับได้

1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงงาน

1. สามารถออกแบบโมเดลแมชชีนเลินนิ่งสำหรับการแยกแยะตรวจจับภาพควันไฟและเปลวไฟได้

2. สามารถระบุความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งได้

3. สามารถทดสอบภาพเคลื่อนไหวและบันทึกวีดีโอผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้

4. สามารถทดสอบการใช้งานร่วมกับอากาศยานไร้คนขับได้ที่ความสูง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เข้าใจหลักการแมชชีนเลินนิ่งสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่ง

2. ได้รู้วิธีการทำโมเดลแมชชีนเลินนิ่งด้วยเครื่องมือต่างๆ อาทิเช่น Tensor Flow, OpenCV, Pytroch, LabelImg และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

3. ได้เข้าใจวิธีการประยุกต์โมเดลแมชชีนเลินนิ่งร่วมกับกล้องของอากาศยานไร้คนขับที่นำมาตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งและสามารถนำไปทดสอบตรวจวัดได้จริง

1.5 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 และ 2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดในตารางที่ 1.1 และ 1.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 1

รายละเอียดการทำงาน	**ระยะเวลาการดำเนินงาน (กันยายน - พฤศจิกายน 2563)**											
	กันยายน				**ตุลาคม**				**พฤศจิกายน**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาวิธีการทำ Machine learning												
2. ศึกษาการใช้งาน YOLO Framework ร่วมกับ Tensor flow												
3. เก็บผล Dataset และทดลองโมเดล												
4. ทำการปรับปรุงแก้ไขโมเดล												
5. สรุปผลและนำเสนอ												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคการศึกษาที่ 2

รายละเอียดการทำงาน	**ระยะเวลาการดำเนินงาน (มกราคม - พฤษภาคม 2564)**																			
	มกราคม				**กุมภาพันธ์**				**มีนาคม**				**เมษายน**				**พฤษภาคม**			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษากล้องถ่ายภาพของอากาศยานไร้คนขับ																				
2. เทรนชุดข้อมูลใหม่																				
3. ทดสอบโมเดลแมชชีนเลินนิ่งใหม่																				
4. พัฒนา Application แสดงผล																				
5. ทดสอบผล																				
6. รายงานผลการทดสอบและนำเสนอ																				

1.6 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งออกเป็น 8 ส่วน คือบทที่ 1-5 และภาคผนวก ก-ค ซึ่งแต่ละบทจะอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงงานการศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งโดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกล ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของโครงงานการศึกษาระบบอากาศยานไร้คนขับตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งโดยใช้วิธีการเรียนรู้จักรกล วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับ และแผนการดำเนินงาน

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับ การเผาไหม้ในที่โล่ง Machine Learning เครื่องมือที่ใช้สร้างโมเดลแมชชีนเลินนิ่งและไลบรารี่ ประกอบด้วยภาษา Python, OpenCV, TensorFlow, Yolo Framework, Labellmg, Pycharm IDE, Pyinstaller และ OBS-Studio

บทที่ 3 การออกแบบ ในบทนี้กล่าวถึงบล็อกไดอะแกรมการออกแบบโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง การสร้างโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง และระบบตรวจจับภาพการเผาไหม้ด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึง ขั้นตอนการทดลอง และผลการทดลองในแต่ละกรณีของโครงงาน

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการทดลองของโครงงาน ปัญหาของโครงงาน และข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ก ชุดข้อมูล (Dataset)

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานอุปกรณ์

ภาคผนวก ค โค้ดใช้งานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงอากาศยานไร้คนขับ การเผาไหม้ในที่โล่ง โมเดลแมชชีนเลินนิ่ง อัลกอริทึมคอนโวลูชันโครงข่ายประสาทเทียม (CNN) การแยกคุณลักษณะ (Feature Extraction) ตัวกรอง (Filter) การกำหนดการเลื่อนตัวกรอง (Stride and Padding) ตัวกรองที่หาค่าสูงสุด (Max Pooling) และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.1 อากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับ หรือ Unmanned Aerial Vehicle (UAV) [2] เป็นยานพาหนะทางอากาศที่มีขนาดเล็กมีการควบคุมและสั่งการการบินด้วยระบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติโดยไม่มีนักบินอยู่บนเครื่องซึ่งสามารถควบคุมด้วยอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล โดยการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในช่วงแรกนั้น เริ่มต้นพัฒนามาจากเทคโนโลยีทางการทหารเพื่อการป้องกันประเทศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับถูกพัฒนาให้ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น อาทิเช่น ทางด้านการเกษตร ด้านกีฬา ด้านสันทนาการ และการพาณิชย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในงานทางด้านภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photogrammetry) ความก้าวหน้าในการพัฒนาทางเทคโนโลยีทางด้านอากาศยานไร้คนขับและการค้นพบอัลกอริทึม ซึ่งการประมวลผลภาพในการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายสองมิติทางด้านคอมพิวเตอร์วิชั่น (Computer Vision) ทำให้มีการพัฒนาระบบการทำแผนที่จากอากาศยานไร้คนขับ (UAV Photogrammetry) ขึ้นทำให้การใช้งานง่ายสะดวกและมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศแบบเดิม (Traditional Photogrammetry) สามารถให้ผลลัพธ์ที่หลากหลายลักษณะโดยมีรายละเอียดความถูกต้องแม่นยำมีความสมบูรณ์ ความคมชัดและเป็นปัจจุบัน ได้แก่ ข้อมูลแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (Digital Surface Model, DSM) แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศที่ทำจากแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (True Orthophoto) เส้นชั้นความสูงของภูมิประเทศ (Contour Line) และแบบจำลองสามมิติเชิงเลข (3D Texture Mesh Model) ซึ่งนำไปใช้งานทางด้านวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังใช้เวลาและงบประมาณที่ต่ำกว่าการถ่ายภาพชนิดอื่นๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ

ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับมีการแบ่งประเภทที่สามารถกำหนดรูปแบบการจัดได้หลายลักษณะทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการนำไปใช้ภารกิจ คุณลักษณะเฉพาะของอากาศยานไร้คนขับเองที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการใช้งานภารกิจใดภารกิจหนึ่งหรือสำหรับสภาวะของภูมิประเทศในการนำไปใช้ นอกจากนั้นในข้อพิจารณาดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงว่าอากาศยานไร้คนขับดังกล่าวผู้นำไปใช้เป็นองค์กรใดมีการใช้เพื่อความมุ่งหมายและเหตุผลใดซึ่งนักวิชาการไทยได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของอากาศยานไร้คนขับไว้ 8 ประเภท ดังนี้

1. แบ่งตามความต้องการของการใช้
2. แบ่งตามลักษณะการควบคุม
3. แบ่งตามลักษณะประเภทของการบิน
4. แบ่งตามขีดความสามารถของระยะปฏิบัติการ
5. แบ่งตามความสูงของเพดานบินและห้วงเวลาในการครองอากาศ
6. แบ่งตามระดับของการปฏิบัติการ
7. แบ่งตามลักษณะการสร้าง
8. แบ่งตามการสนับสนุนและการส่งกำลังบำรุง

แบ่งประเภทของอากาศยานไร้คนขับสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่าย 3 ประเภท ดังนี้

2.1.1.1 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)

เป็นอากาศยานที่มีลักษณะคล้ายกับเครื่องบินทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ 30–60 นาที สามารถบินครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าอากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุนและต้องอาศัยพื้นที่โล่งกว้างในการลงจด ดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)
(ที่มา : https://bit.ly/35HerkT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)

อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) เป็นอากาศยานที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง อาศัยการหมุนของใบพัดในการขึ้นลงและขับเคลื่อนไปในทิศทางต่างๆ ประกอบด้วยใบพัดจำนวน 3, 4, 6 และ 8 ใบพัด โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ 10 - 20 นาที ดังรูปที่2.2

รูปที่ 2.2 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)
(ที่มา : https://bit.ly/3vNUWSn)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid)

อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid) เป็นอากาศยานที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่มีลำตัวเป็นแบบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงและมีใบพัดให้สามารถขึ้นลงแนวดิ่งได้ (Vertical Take-off and Landing, VTOL) ซึ่งเป็นการนำข้อดีของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงมารวมกับชนิดปีกหมุน ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid)
(ที่มา : https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2F)

การทำงานทั้งหมดของอากาศยานไร้คนขับหรือโดรนจะอาศัยระบบควบคุมการบิน (Flight Controller) เป็นหัวใจหลักในการสั่งการโดยระบบควบคุมการบินจะทำหน้าที่ควบคุมเสถียรภาพการบินทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงประเภท ข้อดี ข้อเสีย ของอากาศยานไร้คนขับ

ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ	ข้อดี	ข้อเสีย
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง	▪ ระยะเวลาในการบินนาน ▪ ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ▪ บินด้วยความเร็วสูงและทนต่อแรงลม	▪ ใช้พื้นที่ขึ้นลงมาก ▪ ราคาสูง ▪ ใช้งานยาก
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน	▪ ง่ายต่อการใช้งาน ▪ ใช้พื้นที่ขึ้น-ลงน้อย ▪ ราคาถูก	▪ บินช้า ▪ ระยะเวลาในการบินน้อย ▪ ทนต่อแรงลมได้น้อย
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้น-ลง แนวดิ่ง	▪ ใช้พื้นที่ขึ้น-ลงน้อย ▪ ระยะเวลาในการบินได้นาน ▪ ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง ▪ บินด้วยความเร็วสูงและทนต่อแรงลม	▪ ราคาสูง ▪ ใช้งานยาก

2.2 ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับ

ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่ายจากคำจำกัดความของอากาศยานไร้คนขับหมายถึงเครื่องบินที่สามารถบินได้ด้วยระบบอัตโนมัติ โดยไม่ใช้นักบินจะเห็นว่าลักษณะของอากาศยานไร้คนขับจะกำหนดได้จากการออกแบบการสร้างระบบต่างๆ ในอากาศยานไร้คนขับและระบบสนับสนุนที่อยู่บนพื้นดินซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้มาจากความต้องการหลักๆ 5 ประการ คือ

1. ระยะเวลาบิน
2. ความเร็ว
3. รัศมีทำการ
4. ความสูง
5. น้ำหนักรวม

เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งระบบแล้ว ระบบอากาศยานไร้คนขับจะสามารถแยกได้ 10 ส่วน คือ

1. โครงเครื่องบิน (Airframe) มีรูปร่างที่แตกต่างกันตามแต่ละประเภทของอากาศยานไร้คนขับลำตัว ประกอบด้วยเฟรม มอเตอร์ ใบพัด ชุดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมรอบมอเตอร์หรือเซอร์โวสำหรับเครื่องบินปีกแข็ง ส่วนวัสดุที่ใช้ก็มีหลายแบบ เช่น โลหะพลาสติกผสม คาร์บอนไฟเบอร์ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบควบคุม (Control System) เป็นแบบการบังคับโดยใช้วิทยุจากพื้นดินหรือควบคุมการบินด้วยระบบคอมพิวเตอร์ชุดควบคุมการบินประกอบด้วยตัวแก้เอียง IMU จะทำงานร่วมกับ GPS และตัวตรวจจับอื่นๆ เพื่อรักษาระดับความสูงและตำแหน่ง

3. กล้อง (Camera) เป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับการถ่ายภาพทางอากาศ

4. ระบบการปล่อยและลงจอด (Launch and Landing System) การปล่อยอากาศยานไร้คนขับขึ้นบินทำได้หลายวิธี เช่น การยิงจากเครื่องส่ง (Launch) การวิ่งขึ้นจากทางวิ่งการโยนและการลงจอดก็มีหลายวิธี เช่น การจับด้วยตาข่าย การใช้ร่มชูชีพ การใช้พาราฟอยล์ (Parafoil Kite) และการบังคับลงบนรันเวย์

5. ระบบนำร่องและนำวิถี (Navigation and Guidance System) จะใช้ GNSS เป็นอุปกรณ์ทำงานด้านระบบนำร่องและนำวิถีซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของอากาศยานไร้คนขับ

6. ระบบควบคุมและสนับสนุนภาคพื้น (Ground Control Station) หลักการทำงานคล้ายๆ กับระบบควบคุมภาคพื้นของอากาศยานทั่วๆ ไป โดยมีหน้าที่ตรวจสอบการทำงานและตรวจข้อมูลต่างๆ ที่ส่งมาจากอากาศยานไร้คนขับ

7. ช่องสัมภาระที่บรรทุก (Payload) เช่น กล้องถ่ายภาพแบตเตอรี่

8. ระบบการเชื่อมต่อและเก็บข้อมูล (Data Link and Storage System) ระบบเชื่อมต่อระหว่างอากาศยานไร้คนขับและระบบควบคุมและสนับสนุนภาคพื้นใช้หลายย่านความถี่ เช่น ย่านความถี่สูง (HF) ย่านความถี่สูงมาก (VHF) และย่านไมโครเวฟ

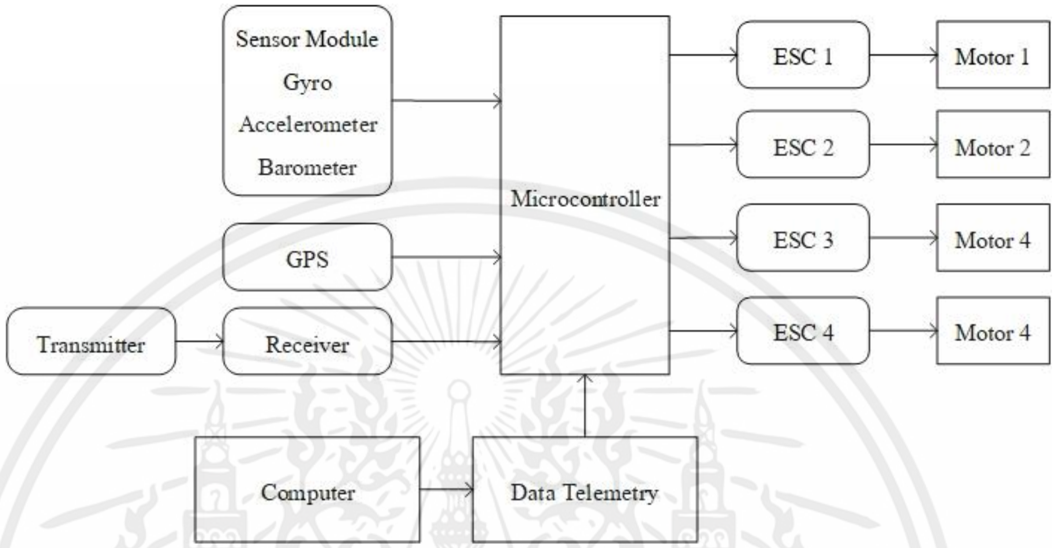
9. ระบบป้องกันตนเอง (Self-Protection Systems) อากาศยานจะมีระบบป้องกันตนเองเบื้องต้นเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับอากาศยานในระหว่างการบิน เช่น เมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมดแต่ยังไม่ถึงจุดร่อนลงอากาศ ตัวยานจะร่อนลงเองอัตโนมัติเพื่อไม่ให้เกิดการทิ้งตัวในระหว่างการบินหรือร่มชูชีพในกรณีเครื่องตก

10. ผู้ควบคุมอากาศยาน (Pilot) ต้องเป็นผู้ที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายระหว่างการบินและได้ข้อมูลภาพถ่ายที่สามารถนำมาประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การควบคุมเสถียรภาพการบิน

สำหรับการควบคุมเสถียรภาพการบินจะมีหน้าที่ควบคุมระดับความเอียง ควบคุมระดับความสูง ควบคุมตำแหน่ง และควบคุมทิศทาง บล็อกไดอะแกรมวงจรระบบควบคุมการบินของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) 4 ใบพัด มีแสดงไว้ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วงจรระบบควบคุมการบินของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) 4 ใบพัด

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูล Data Telemetry ซึ่งเป็นการอัปโหลดโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

2. รับคำสั่งจากรีโมตคอนโทรลภายใต้การควบคุมของนักบิน

3. รับผลการค้นหาตำแหน่งจาก GPS และประมวลผล เพื่อส่งข้อมูลกลับมายังภาคพื้นดิน

4. รับผลการตรวจจับของเซนเซอร์โมดูล และประมวลผล เช่น เซนเซอร์วัดความเร็วเชิงมุมของอากาศยานไร้คนขับเซนเซอร์วัดความเร่งตามแรงโน้มถ่วงของโดรน เซนเซอร์ควบคุมทิศทาง และเซนเซอร์วัดความดันอากาศ เป็นต้น

เมื่อกดปุ่มบังคับที่รีโมตคอนโทรลจะส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับสัญญาณวิทยุ และส่งสัญญาณต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลคำสั่งไปยังสปีดคอนโทรล ESC ทั้ง 4 ตัว ซึ่ง ESC จะทำการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ เช่น นักบินสั่งให้โดรนบินเอียงไปทางซ้าย ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณดิจิทัลไปยังสปีดคอนโทรล ESC เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ของใบพัดหน้าและหลังให้มีความแรงคงที่เท่าเดิม และควบคุมให้ใบพัดด้านซ้ายหมุนเร็วขึ้นส่วนใบพัดทางด้านขวาจะต้องหมุนช้าลง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อากาศยานไร้คนขับของประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ตั้งแต่สมัยสงครามร่มเกล้า ซึ่งเป็นสงครามระหว่างประเทศไทยกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว [3] โดยมีการจัดหาอากาศยานไร้คนขับจากประเทศ อังกฤษเข้าประจำการในกองทัพอากาศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 คือรุ่น R4D SkyEye V จำนวน 7 ลำของบริษัท BAE โดยประจำการอยู่ที่ฝูงบิน 402 กองบิน 4 ตาคลี ซึ่งเป็นอากาศยานไร้คนขับประเภท RPV (Remotely Pilot Vehicle) มีภาระกิจตรวจการณ์และถ่ายภาพ โดยร่วมปฏิบัติการอยู่กับเครื่องบินลาดตระเวนแบบ Arava แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีในขณะนั้น ทำให้ยาน RPV ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของกองทัพได้ เท่าที่ควร เนื่องจากยาน RPV เหมาะกับการใช้งานในพื้นที่เป็นพื้นที่โล่งแจ้งแต่ไม่เหมาะกับการใช้งานใน ภูมิประเทศที่เป็นป่าเขาอย่างประเทศไทย หลังจากนั้นอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีก็ไม่ได้รับความสนใจจากกองทัพไทย จนกระทั่งปี พ.ศ. 2538 ในสมัยสงครามอ่าวเปอร์เซีย ผลงานของอากาศยานไร้คนขับทำให้นักวิชาการและกองทัพไทยหันไปให้ความสนใจอากาศยานประเภทนี้อีกครั้งหนึ่ง แต่ไม่เป็นที่แพร่หลายและให้ความสำคัญมากนัก ในปี พ.ศ. 2546 สมัยสงครามอ่าวเปอร์เซียครั้งที่สอง อากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีได้มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการปฏิบัติภารกิจของประเทศสหรัฐอเมริกาในการบุกจับซัดดัม ฮุสเซนและได้มีการพัฒนาอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว จากอากาศยานที่ใช้สำหรับการสังเกตการณ์ จนกลายเป็นอากาศยานใช้สำหรับการรบและโจมตีที่น่าเกรงกลัว และอีกครั้งที่ทำให้ประเทศไทย มีการตื่นตัวให้ความสนใจและให้ความสำคัญกับอากาศยานประเภทนี้อย่างชัดเจนมากขึ้น เห็นได้จากการที่กองทัพบกมีการจัดหาอากาศยานไร้คนขับรุ่น Searcher Mk.1 จากประเทศอิสราเอลเข้ามาประจำการที่กองพลทหารปืนใหญ่ที่ 1 รักษาพระองค์ ในภารกิจตรวจการณ์ ชี้เป้า และเป็นผู้ตรวจการณ์หน้าในการยิงปืนใหญ่ 10 จนก่อให้เกิดโครงการวิจัยทางด้านอากาศยานไร้คนขับอย่างจริงจัง สำหรับประเทศไทยซึ่งไม่มีแนวคิดในการรุกรานประเทศใด เราอาจใช้อากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีใน ลักษณะเป็นการอำนวยการยุทธเฉพาะพื้นที่หรือใช้ประโยชน์จากอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีในงานเฉพาะกิจ สำหรับบินตรวจการณ์เฉพาะบริเวณเพื่อรักษาทรัพยากรของประเทศ เช่น ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรทางทะเล การบินตรวจการณ์ในพื้นที่ล่อแหลม เป็นต้น ควรมีการคิดและพัฒนาอากาศยานไร้คนขับโดยยึดหลักความต้องการใช้งานของแต่ละกองทัพ เช่น กองทัพบกต้องการอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีในระดับทางยุทธวิธี มีลักษณะเป็นอเนกประสงค์ (Tactical UAV) กองทัพเรือ ต้องการอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีที่สามารถขึ้นลง ทางดิ่ง สามารถลงจอดบนเรือได้ ใช้ในการลาดตระเวนของกองเรือ (Vertical Takeoff and Landing Tactical UAV) และกองทัพอากาศ ต้องการอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีแบบติดอาวุธเพื่อใช้ในการโจมตีหรือชี้เป้าหมาย CUAV (Combat UAV) ดังนั้นอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวีถือได้ว่าเป็นยุทโธปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อกองทัพในสงครามอนาคต เพราะเป็นเหมือนตาวิเศษ และหูทิพย์ที่สามารถสร้างความได้เปรียบ ฉะนั้นการวิจัยและพัฒนาจึงเป็นความจำเป็นในลำดับแรกๆ ของกองทัพไทยสู่การพึ่งพาตนเองโครงการใหญ่ๆ ของกองทัพไทยที่น่าสนใจขอนำเสนอดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กองทัพบก ชื่อโครงการวิจัยและพัฒนาอากาศยานไร้นักบิน (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ถึงปี พ.ศ. 2550 โดยสำนักงานวิจัยและพัฒนาการทหารกลาโหม (สวพ.กห.) ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เป็นผู้สนับสนุนโครงการด้วยงบประมาณกว่า 90 ล้านบาท ใช้นักวิชาการจากสถาบันต่างๆ จำนวน 50 คน ได้แก่ กองพลทหารปืนใหญ่ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรืออากาศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

2. กองทัพเรือ ซึ่งเป็นกองทัพล่าสุดที่ทำการวิจัย ภายใต้ชื่อโครงการวิจัยอากาศยานไร้นักบินขึ้น-ลงทางดิ่ง ซึ่งเป็นโครงการวิจัยร่วม 4 ฝ่ายระหว่าง กองทัพเรือ สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน) บริษัทเสรีสรรพกิจ จำกัด และบริษัท กษมาเฮลิคอปเตอร์ จำกัด เพื่อนำไปใช้กับเรือรบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจการณ์ทางทะเล หากประสบผลสำเร็จสามารถนำไปปรับใช้ในภาคเกษตรกรรมได้อีกด้วย

2.5 การเผาในที่โล่ง (Open Burning)

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเผาไหม้ในที่โล่ง

(ที่มา : http://www.3armyarea-rta.com/smoke3/haze3.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 การเผาในที่โล่ง[4]เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศหลักที่ก่อให้เกิดก๊าซหรือมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ รวมทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยในปี พ.ศ. 2561 - 2563 การเผาในที่โล่งได้เป็นหนึ่งในต้นเหตุสำคัญของการเพิ่มขึ้นของค่ามลพิษทางอากาศในเมืองสำคัญต่างๆ ของประเทศไทยการเผาขยะในครัวเรือนที่กระทำโดยตัวผู้พักอาศัยในอาณาเขตทรัพย์สินของตนเอง โดยทั่วไปแล้วขยะที่ถูกเผา เช่น กระดาษ กระดาษแข็ง เศษอาหาร พลาสติก เศษกิ่งไม้ใบหญ้า และขยะอื่นๆ ที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นภายในครัวเรือน ไม่เว้นแม้แต่ขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ด้วยการเผาขยะด้วยวิธีนี้อาจจะเผาภายในภาชนะ เช่น ถังน้ำมันขนาดใหญ่ (ถัง Barrel) เตาเผาแบบทำเอง เตาสำหรับเผาฟืน หรือในแบบที่ไม่มีภาชนะรองรับ เช่น การขุดเป็นหลุมสำหรับเผาขยะ ซึ่งในทุกแบบของการเผาขยะในที่โล่งที่กล่าวมาจะไม่มีการควบคุมมลพิษทางอากาศจากการเผาใดๆ ทั้งสิ้นและมลพิษจะกระจายโดยตรงสู่ชั้นบรรยากาศแบบไม่ผ่านการบำบัดหรือการคัดกรอง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจต่อการท่องเที่ยวและทรัพยากรทางธรรมชาติซึ่งการเผาในที่โล่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทโดยแบ่งตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่และช่วงเวลาที่แตกต่างกันดังนี้

1. การเผาเศษพืชเศษวัสดุภาคการเกษตรเกิดจากการเผาเพื่อที่จะกำจัดเศษพืชเศษวัสดุที่เป็นส่วนที่เหลือจากการทำการเกษตร โดยการเผาดังกล่าวได้เกิดในพื้นที่ที่ทำการเกษตรในช่วงหลังฤดูกาลเก็บเกี่ยว

2. การเผาขยะมูลฝอยจากชุมชนเกิดจากการเผาเพื่อกำจัดเศษขยะมูลฝอยจากชุมชน และพื้นที่ที่บริหารจัดเก็บขยะที่เข้าถึงได้ยากซึ่งปกติทั่วไปจะเกิดเป็นครั้งคราวแต่ตลอดปี

3. ไฟป่าและการเผาในพื้นที่ชายป่าเกิดจากการลุกติดของไฟป่าตามธรรมชาติหรือการเผาจากกิจกรรมของมนุษย์บริเวณพื้นที่ชายป่าและไฟที่ลุกลามเข้าไปในพื้นที่ป่าจนไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งไฟป่ามักเกิดขึ้นในช่วงปลายฤดูหนาว – ฤดูแล้ง

ทั้งนี้ไม่ว่าไฟนั้นจะลุกลามเข้าป่าธรรมชาติหรือสวนป่าไฟป่าจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบที่จำเป็น 3 ประการคือ เชื้อเพลิง ออกซิเจนและความร้อนมารวมตัวกันในสัดส่วนที่เหมาะสมที่จะเกิดการลุกไหม้

1. เชื้อเพลิง ได้แก่ อินทรีย์สารทุกชนิดที่ติดไฟได้ เช่น ต้นไม้ กิ่งไม้ ตอไม้ กอไผ่ ลูกไม้ หญ้า วัชพืช รวมไปถึงดินอินทรีย์ (Peatsoil) และ ชั้นถ่านหินที่อยู่ใต้ผิวดิน (Coal Seam)

2. ออกซิเจนเป็นก๊าซที่เป็นองค์ประกอบหลักของอากาศทั่วไปในป่าจึงมีการกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามปริมาณและสัดส่วนอาจแปรผันได้ตามความเร็วและทิศทางของลม

3. ความร้อน แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดไฟป่าแบ่งเป็น 2 ประการ คือ แหล่งความร้อนจากธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าผ่า การเสียดสีของกิ่งไม้ การรวมของแสงอาทิตย์ผ่านหยดน้ำค้าง ภูเขาไฟระเบิด และแหล่งความร้อนจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งเกิดจากการจุดไฟในป่าด้วยสาเหตุที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 สาเหตุของการเกิดไฟป่า

ไฟป่าเกิดจาก 2 สาเหตุ คือ

1. เกิดจากธรรมชาติ ไฟป่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น ฟ้าผ่า กิ่งไม้เสียดสีกันภูเขาไฟระเบิดก้อนหินกระทบกัน แสงแดดตกกระทบผลึกหิน แสงแดดส่องผ่านหยดน้ำ ปฏิกิริยาเคมีในดินป่าพรุ การลุกไหม้ตัวเองของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

2. เกิดจากมนุษย์ ไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนาในเขตร้อนส่วนใหญ่จะมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์สำหรับประเทศไทยถือได้ว่าไฟป่าทั้งหมดเกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยมีสาเหตุแตกต่างกันไป ได้แก่

2.1 เก็บหาของป่า เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟป่ามากที่สุดการเก็บหาของป่า ได้แก่ ไข่มดแดง เห็ด ใบตองไม้ไผ่น้ำผึ้ง ผักหวาน และไม้ฟืน การจุดไฟส่วนใหญ่เพื่อให้พื้นที่ป่าโล่งเดินสะดวก หรือให้แสงสว่างในระหว่างการเดินทางผ่านป่าในเวลากลางคืน จุดเพื่อกระตุ้นการงอกของเห็ดหรือกระตุ้นการแตกใบใหม่ของผักหวาน และใบตองตึง หรือจุดเพื่อไล่ตัวมดแดงออกจากรัง รมควันไล่ผึ้งและไล่แมลงต่างๆ ในขณะที่อยู่ในป่า

2.2 เผาไร่ เป็นสาเหตุที่สำคัญรองลงมาการเผาไร่ก็เพื่อกำจัดวัชพืชหรือเศษซากพืชที่เหลืออยู่ภายหลังการเก็บเกี่ยวทั้งนี้เพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกในรอบต่อไปโดยปราศจากการทำแนวกันไฟและปราศจากการควบคุมไฟจึงลามเข้าป่าที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

2.3 แกล้งจุด ในกรณีที่ประชาชนในพื้นที่มีปัญหาความขัดแย้งกับหน่วยงานของรัฐโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเรื่องที่ทำกินหรือถูกจับกุมจากการกระทำผิดเรื่องป่าไม้ มักจะหาทางแก้แค้นเจ้าหน้าที่ด้วยการเผาป่า

2.4 ความประมาท เกิดจากการเข้าไปพักอาศัยในป่า การก่อกองไฟแล้วลืมดับหรืออาจทิ้งก้นบุหรี่บนพื้นป่า เป็นต้น

2.5 ล่าสัตว์ โดยใช้วิธีไล่เหล่าคือจุดไฟไล่ให้สัตว์หนีออกจากที่ซ่อนหรือจุดไฟเพื่อให้แมลงบินหนีไฟ นกชนิดต่างๆ จะบินมากินแมลงแล้วดักยิงนกอีกทอดหนึ่งหรือจุดไฟเผาทุ่งหญ้าให้หญ้าแตกเพื่อล่อให้สัตว์ชนิดต่างๆ เช่น กระทิง กวาง กระต่าย ที่มากินหญ้าแล้วดักรอยิงสัตว์ เป็นต้น

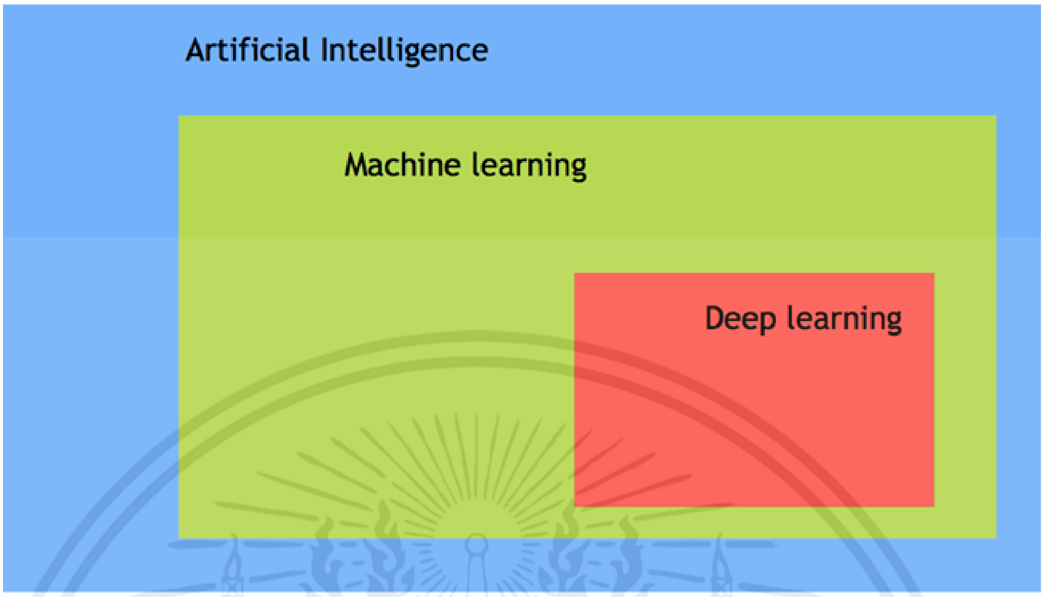
2.6 เลี้ยงปศุสัตว์ ประชาชนชาวบ้านที่เลี้ยงปศุสัตว์แบบปล่อยโดยให้หากินเองตามธรรมชาติมักลักลอบจุดไฟเผาป่าให้โล่งโปร่ง โดยมีสภาพเป็นทุ่งหญ้าเพื่อเป็นแหล่งอาหารของสัตว์

2.7 ความคึกคะนอง บางครั้งการจุดไฟเผาป่าเกิดจากความคึกคะนองของผู้จุดโดยไม่มีวัตถุประสงค์ใดๆ แต่จุดเล่นเพื่อความสนุกสนานเท่านั้น

ในปัจจุบันกิจกรรมการเผาในที่โล่ง ถูกกำหนดให้มีโทษตามกฎหมายของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการเผาในที่โล่งไม่ได้ลดลงด้วยสาเหตุการไม่ปฏิบัติตามกฎหมายและประสิทธิภาพในการตรวจหาตำแหน่งการเผาและบังคับใช้กฎหมายที่ต้องการความรวดเร็วเป็นปัจจุบัน จึงจะระงับการเผาได้ ซึ่งในปัจจุบันการติดตามตำแหน่งการเผาในที่โล่งสามารถติดตามได้จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ได้จากการบันทึกตำแหน่งความร้อนจากระบบดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

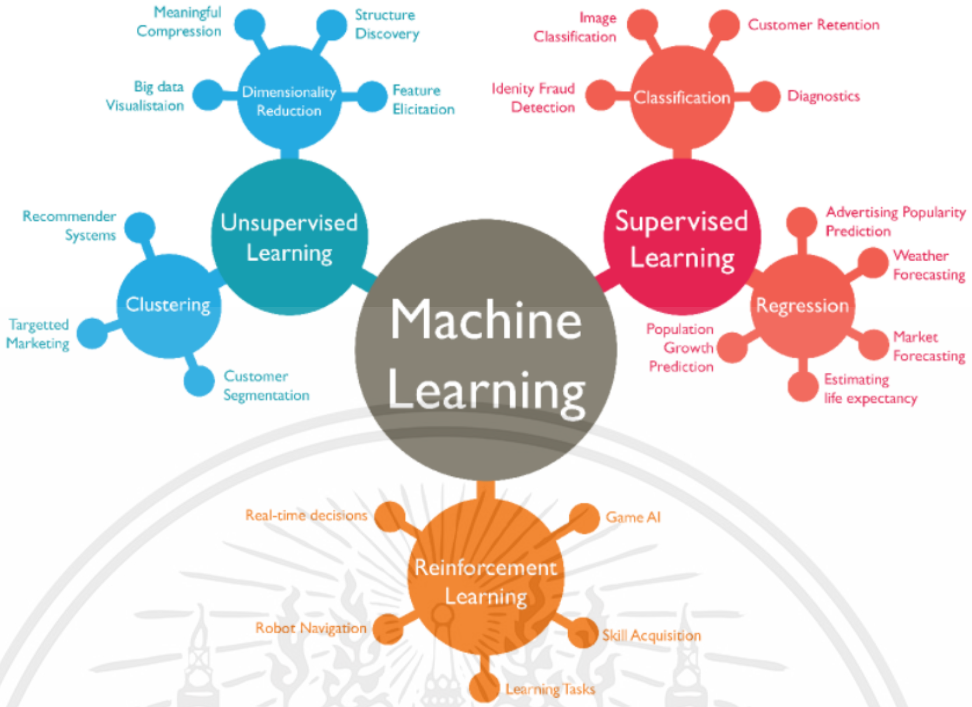
2.6 การเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลินนิ่ง (Machine Learning)



รูปที่ 2.6 ลำดับชั้นการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์
(ที่มา : https://bit.ly/3zNrgb2)

จากรูปที่ 2.6 แมชชีนเลินนิ่ง (Machine Learning) [5] เป็นเครื่องมือที่ดีที่สุด ณ ปัจจุบัน เพื่อใช้วิเคราะห์ ทำความเข้าใจ และหา Pattern ของข้อมูล หนึ่งในแนวคิดหลักภายใต้ Machine Learning คือการที่คอมพิวเตอร์สามารถถูก Train อย่างอัตโนมัติซึ่งสามารถทำได้อย่างหมดจดหรือเป็นไปไม่ได้สำหรับที่มนุษย์จะทำและยังมีช่องโหว่ที่ชัดเจนจากการวิเคราะห์ยุคก่อนคือการที่ Machine Learning สามารถตัดสินใจได้ด้วยการแทรกแซงจากมนุษย์เพียงเล็กน้อย Machine Learning จะใช้ข้อมูลเพื่อส่งต่อเข้าไปในอัลกอริทึมซึ่งสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลขาเข้าและขาออกได้เมื่อ Machine สิ้นสุดการเรียนรู้แล้วมันสามารถทำนายมูลค่าหรือประเภทของข้อมูลใหม่ได้ AI จะบ่งบอกถึงความสามารถในการเรียนรู้ของ Machine ระบบ AI ก่อนหน้านี้ใช้การจำคู่แบบแผนที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน (Pattern Matching) และระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เท่านั้นแนวคิดที่อยู่ภายใต้ Machine Learning เป็นการที่ Machine สามารถเรียนรู้โดยปราศจากการแทรกแซงของมนุษย์ Machine นั้นจำเป็นที่จะต้องหาทางเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลนั้นส่วน Deep Learning คือสิ่งใหม่มากๆ ในด้านของ AI เมื่อมีข้อมูลเพียงพอเพื่อที่จะ Train Deep Learning ประสบความสำเร็จจากผลลัพธ์อันน่าพึงพอใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรู้จำรูปภาพ (Image Recognition) และการแปลความ (Text Translation) เหตุผลหลัก คือ Feature Extraction ที่ทำอย่างอัตโนมัติใน Layer ที่แตกต่างกันของโครงข่าย (Network) ซึ่งอัลกอริทึมนี้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังรูปที่ 2.7

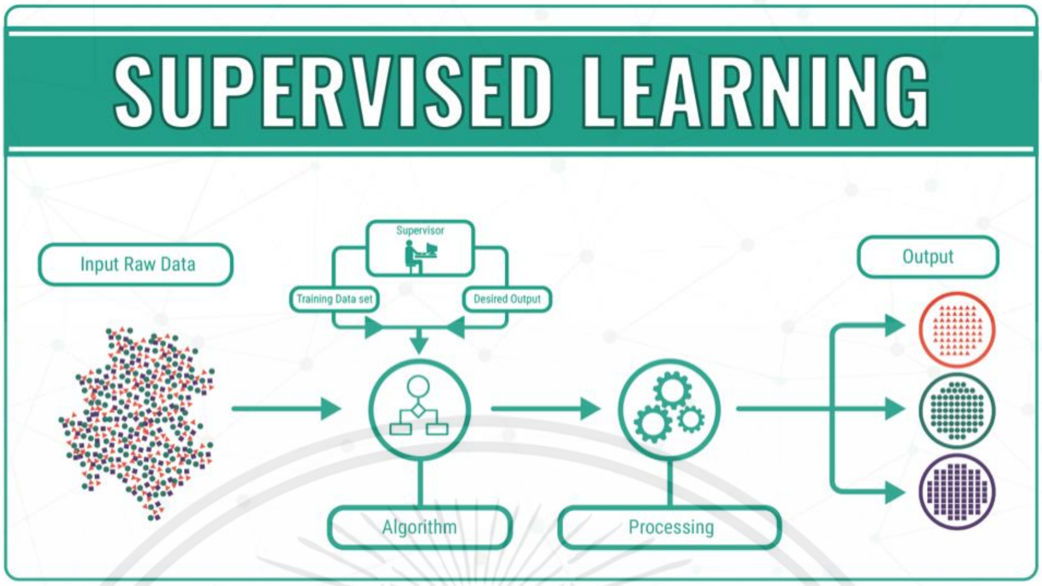
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ประเภทหลักของ Machine Learning
(ที่มา : https://bit.ly/35HCxvJ)

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) [6] การเรียนรู้แบบมีผู้สอนเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งใน AI หรือปัญญาประดิษฐ์ภายใต้หัวข้อ Machine Learning ที่กำลังเป็นที่นิยมในการศึกษาและวิจัยกันในปัจจุบัน เนื่องจากการเรียนเรียนรู้แบบมีผู้สอนนั้นทำได้ง่าย ต้นทุนต่ำ เพียงใช้คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวก็สามารถศึกษาและทำงานจนเห็นผลได้ ซึ่งศาสตร์แขนงนี้มีมานานมาก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1959 ถูกเสนอโดย Arthur Samuel เป็นนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ชาวอเมริกันผู้เชี่ยวชาญด้านเกมคอมพิวเตอร์ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องโปรแกรมแต่ด้วยเทคโนโลยี หรือระบบประมวลผลในตอนนั้นยังล้าสมัยอยู่ทำให้ยังไม่เป็นที่นิยมผิดกับในปัจจุบัน Supervised Learning เป็นกลุ่มของ Algorithm ที่เน้นสอนคอมพิวเตอร์ โดยการศึกษาจากข้อมูลตัวอย่าง เพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถหาคำตอบของปัญหา (การแก้ปัญหา) ได้ด้วยตัวเอง หลังจากเรียนรู้จากชุดข้อมูลตัวอย่างที่ได้ป้อนให้ไปแล้วระยะหนึ่ง โดยหลักการของ Supervised Learning สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับแก้ปัญหาได้ 2 รูปแบบ คือ Regression และ Classification ดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised)
(ที่มา : https://bit.ly/3dpP1fQ)

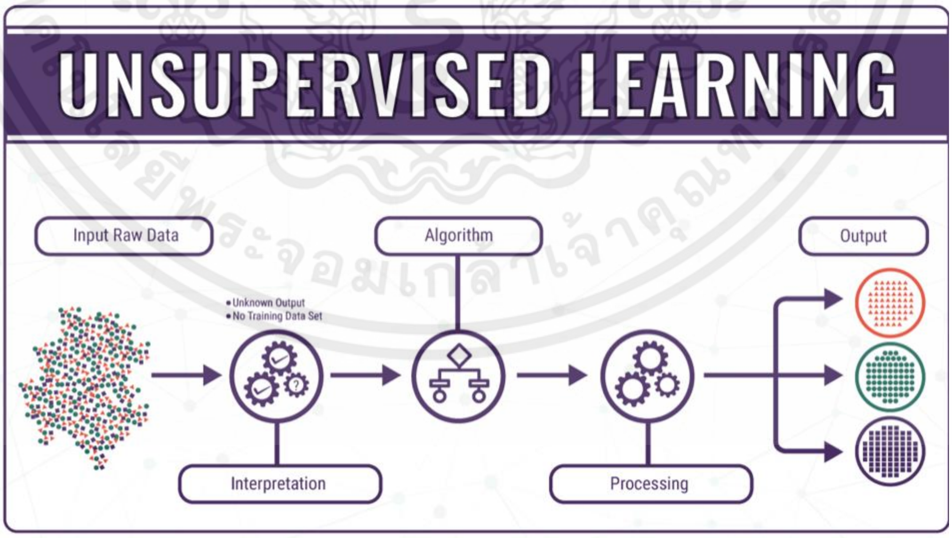
2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) [7]เป็นเทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง โดยการสร้างโมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูลการเรียนรู้แบบนี้แตกต่างจากการเรียนรู้แบบมีผู้สอน คือ จะไม่มีการระบุผลที่ต้องการหรือประเภทไว้ก่อน โดยการเรียนรู้ประเภทนี้จะพิจารณาวัตถุเป็นเซตของตัวแปรสุ่มแล้วจากนั้นจึงจะสร้างโมเดลความหนาแน่นร่วมของชุดข้อมูลการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนสามารถนำไปใช้ร่วมกับการอนุมานแบบเบย์เพื่อหาความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของตัวแปรสุ่มโดยจะกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องให้ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการบีบอัดข้อมูลซึ่งโดยพื้นฐานแล้วขั้นตอนของวิธีการบีบอัดข้อมูลนั้นจะขึ้นอยู่กับการแจกแจงและความน่าจะเป็นของข้อมูล

การบีบอัดข้อมูล (Data Compression) เป็นสาขาวิชาหนึ่งในวิทยาการของคอมพิวเตอร์ หมายถึง การศึกษาวิธีการในการจัดเก็บข้อมูลที่ทำให้ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยลงการบีบอัดข้อมูล มีความสำคัญในระบบการสื่อสารและจัดเก็บข้อมูลเนื่องจากทำให้เก็บหรือรับส่งข้อมูลได้มากขึ้น โดยใช้เนื้อที่เท่าเดิม (คำว่าเนื้อที่ในที่นี้อาจจะเป็นเนื้อที่จัดเก็บข้อมูล หรือเนื้อที่ในช่องสัญญาณ) การบีบอัดข้อมูลแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ ตามคุณภาพของข้อมูลที่ถูกบีบอัดแล้ว

การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data Clustering) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งใช้ในการเรียนรู้ของเครื่องการทำเหมืองข้อมูลโดยจะแบ่งชุดข้อมูล (มักจะเป็นเวกเตอร์) ออกเป็นกลุ่ม (Cluster) นำข้อมูลที่มีคุณลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายกันจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน ขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มจะอาศัยความเหมือน (Similarity) หรือความใกล้ชิด (Proximity) โดยคำนวณจากการวัดระยะระหว่างเวกเตอร์ของข้อมูลเข้าโดยใช้การวัดระยะแบบต่างๆ เช่น การวัดระยะแบบยูคลิด (Euclidean Distance) การวัดระยะแบบแมนฮัตตัน (Manhattan Distance) การวัดระยะแบบเชบิเชฟ (Chebychev Distance) การแบ่งกลุ่มข้อมูลจะแตกต่างจากการแบ่งประเภทข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

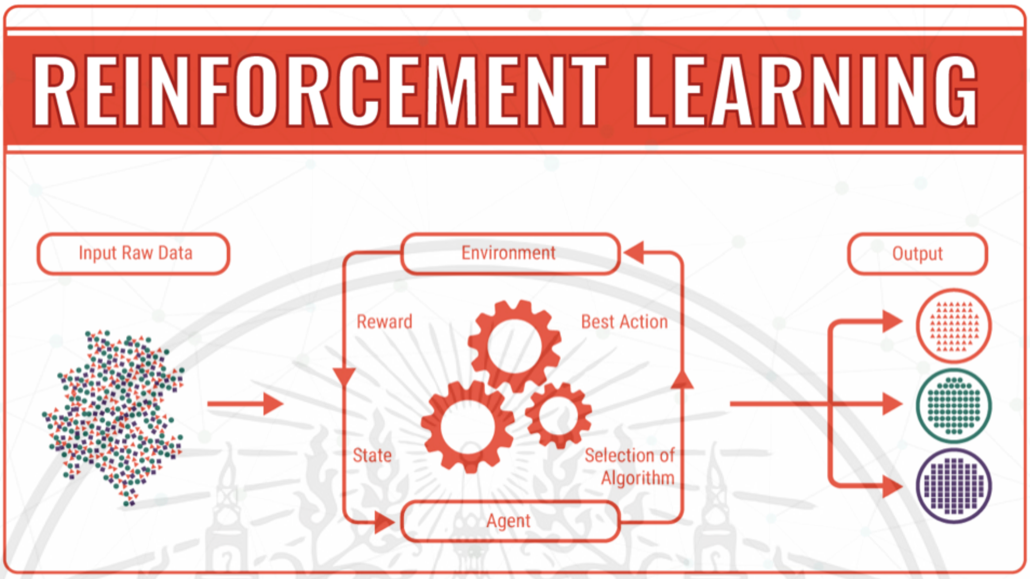
(Classification) คือจะแบ่งกลุ่มข้อมูลจากความคล้ายโดยไม่มีการกำหนดประเภทของข้อมูลไว้ก่อนจึงกล่าวได้ว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน ขั้นตอนวิธีการแบ่งกลุ่ม ได้แก่ K-Means Clustering, Hierarchical Clustering, Self-Organizing Map (som) การแบ่งกลุ่มข้อมูลอาจใช้เป็นขั้นตอนเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยในการลดขนาดข้อมูล (แยกเป็นหลายๆ กลุ่มและคัดเฉพาะบางกลุ่มเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไปหรือแยกการวิเคราะห์ออกเป็นสำหรับแต่ละกลุ่ม) ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการอื่นต่อไปขั้นตอนวิธีในการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การแบ่งแบบเป็นลำดับขั้น (Hierarchical) และการแบ่งแบบตัดเป็นส่วน (Partitional) การแบ่งแบบเป็นลำดับขั้นนั้นจะมีทำการแบ่งกลุ่มจากกลุ่มย่อยที่ถูกแบ่งไว้ก่อนหน้านั้นซ้ำหลายครั้ง ส่วนการแบ่งแบบตัดเป็นส่วนนั้น การแบ่งจะทำเพียงครั้งเดียว การแบ่งแบบเป็นลำดับขั้น จะมี 2 ลักษณะคือ แบบแรกเป็นแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) หรือเป็นการแบ่งแบบรวมกลุ่มจากกลุ่มย่อยให้ใหญ่ขึ้นไปเรื่อยๆ โดยเริ่มจากกลุ่มเล็กสุดคือในแต่ละกลุ่มมีข้อมูลเพียงตัวเดียวและ แบบที่สองเป็นแบบ บนลงล่าง (Top - Down) หรือเป็นการแบ่งแบบกลุ่มจากกลุ่มใหญ่ให้ย่อยไปเรื่อยๆ โดยเริ่มจากกลุ่มใหญ่ที่สุดคือกลุ่มเดียวมีข้อมูลทุกตัวอยู่ในกลุ่ม การแจกแจงความน่าจะเป็นในความน่าจะเป็นและสถิติศาสตร์ การแจกแจงความน่าจะเป็นกำหนดความน่าจะเป็นให้เซตย่อยของผลลัพธ์การทดลองสุ่ม การสำรวจหรือวิธีอนุมานทางสถิติที่วัดได้ทั้งหมด ตัวอย่างการแจกแจงความน่าจะเป็นพบได้ในการทดลองที่ปริภูมิตัวอย่างไม่เป็นตัวเลขซึ่งการแจกแจงจะเป็นการแจกแจงประเภทการทดลองที่ปริภูมิตัวอย่างเข้ารหัสด้วยตัวแปรสุ่มวิยุต ซึ่งการแจกแจงสามารถระบุได้ด้วยฟังก์ชันมวลของความน่าจะเป็นและการทดลองที่ปริภูมิตัวอย่างเข้ารหัสด้วยตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง ซึ่งการแจกแจงจะสามารถเจาะจงได้ด้วยฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นการทดลองที่ซับซ้อนกว่า ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised)
(ที่มา : https://bit.ly/3y1q3eA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement) ใช้สำหรับพัฒนา Robot ให้สามารถตัดสินใจภายใต้แต่ละสถานการณ์เพื่อนำมาซึ่งผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เป็นการเรียนรู้แบบแผนซึ่งกำหนดการกระทำของระบบจากสิ่งที่สังเกตได้ แนวความคิด คือ เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว ดังรูปที่ 2.10



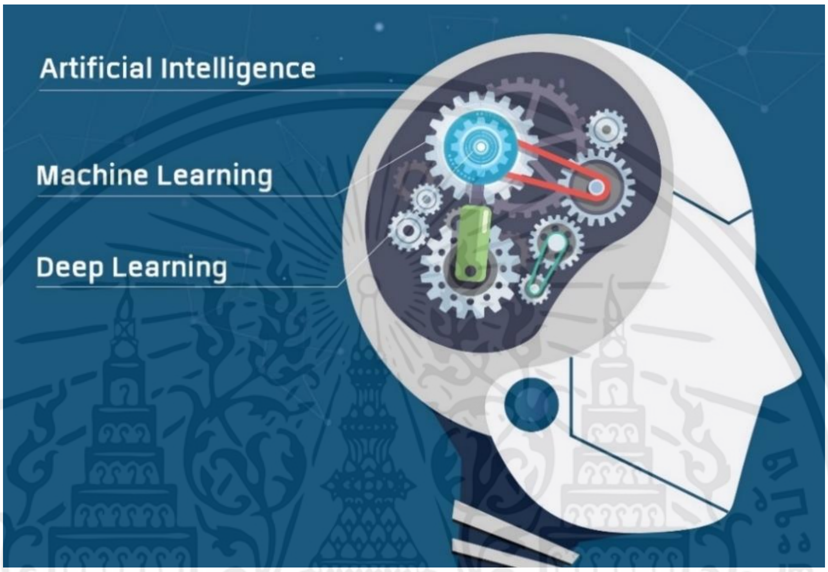
รูปที่ 2.10 การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement)
(ที่มา : https://bit.ly/2UeSPdi)

การเรียนรู้ของเครื่องเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบันประการแรกเนื่องจากสามารถแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงที่ซับซ้อนได้ด้วยวิธีที่ปรับขนาดได้ประการที่สองเนื่องจากอุตสาหกรรมต่างๆ ได้หยุดชะงักในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา [8] และยังคงดำเนินการเช่นนั้นต่อไปในอนาคต เนื่องจากผู้นำในอุตสาหกรรมจำนวนมากขึ้นและนักวิจัยมีความเชี่ยวชาญในการเรียนรู้ของเครื่องพร้อมกับนำสิ่งที่เรียนรู้ไปดำเนินการวิจัยต่อไปและพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อส่งผลกระทบต่อสาขาของตนเองในเชิงบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 กระบวนการของปัญญาประดิษฐ์

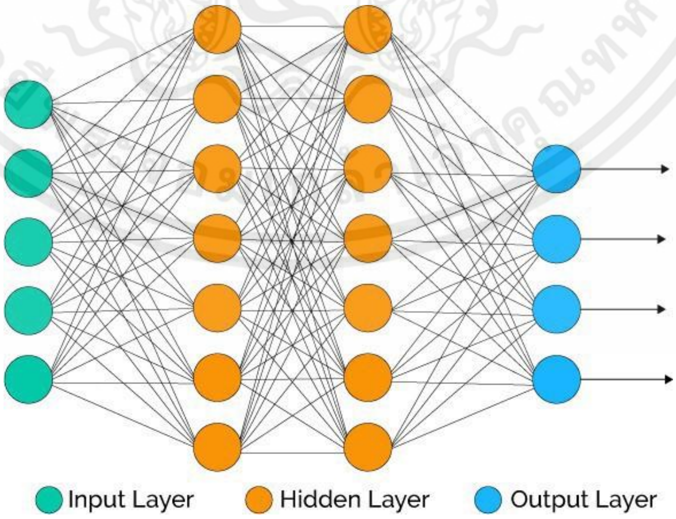
เป็นระบบประมวลผลที่มีต้นแบบมาจากโครงข่ายประสาทสามารถเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลได้ตามจำนวนข้อมูลที่เพิ่มขึ้นผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถจดจำ คิด วิเคราะห์เรียนรู้และเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งภายในกระบวนการของปัญญาประดิษฐ์ สามารถแยกออกได้เป็น Machine Learning และ Deep Learning ตามลำดับ **ดังรูปที่** 2.11



รูปที่ 2.11 กระบวนการปัญญาประดิษฐ์

(ที่มา : https://bit.ly/3dkGtHh)

2.6.1.1 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)



รูปที่ 2.12 วิธีการของ Deep Learning

(ที่มา : https://bit.ly/3gVT44j)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.12 Deep Learning คือ การเรียนรู้ของเครื่องซึ่งเป็นการฝึกฝนคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้เหมือนมนุษย์ เช่น การจดจำคำพูด การระบุภาพ หรือการคาดการณ์ การเรียนรู้เชิงลึกจะกำหนดค่าพารามิเตอร์พื้นฐานเกี่ยวกับข้อมูลและฝึกให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ด้วยตัวเองโดยการจดจำรูปแบบโดยการใช้การประมวลผลหลายชั้นมีวิธีการเรียนรู้แบบอัตโนมัติด้วยการเลียนแบบการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Neurons) โดยนำระบบโครงข่ายประสาท (Neural Network) มาซ้อนกันหลายชั้น (Layer) และทำการเรียนรู้ข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งข้อมูล ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการตรวจจับรูปแบบ (Pattern) หรือจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Classify The Data)

ข้อดีของ Deep Learning

1. ไม่จำเป็นต้องจัดโครงสร้างข้อมูล : ข้อมูลส่วนใหญ่มักบรรจุอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปไม่ว่าจะเป็นข้อความ ตัวเลข รูปภาพ หรือเสียงซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ร่วมกันได้และจำเป็นต้องแปลงข้อมูลให้เป็นรูปแบบเดียวกันก่อนนำไปประมวลผลต่อ ในขณะที่ Deep Learning สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างรูปแบบกันได้ในทันที

2. ไม่จำเป็นต้องจัดหมวดหมู่ข้อมูล : เช่น การแยกรูปภาพระหว่าง “สุนัข” กับ “แมว” ซึ่งจำเป็นต้องบอกให้ Machine Learning รู้ว่ารูปใดคือสุนัข รูปใดคือแมวด้วยการใช้ภาพสุนัขและภาพแมวมากกว่าพันรูปขึ้นไปแต่ขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นสำหรับ Deep Learning เพราะกลไกของ Deep Learning สามารถเรียนรู้จนจำแนกสุนัขออกจากแมวด้วยตัวเองได้โดยอัตโนมัติ

3. ไม่จำเป็นต้องกำหนดการจับคู่ข้อมูลล่วงหน้า : ระบบ Machine Learning โดยทั่วไปต้องสั่งให้ระบบต้องจับคู่ข้อมูลตามที่กำหนดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ เช่น การจับคู่ค่าละติจูดและลองติจูดเพื่อให้ได้ค่าพิกัด ส่วน Deep Learning สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ด้วยตัวเองทำให้ Deep Learning สามารถหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มนุษย์ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้

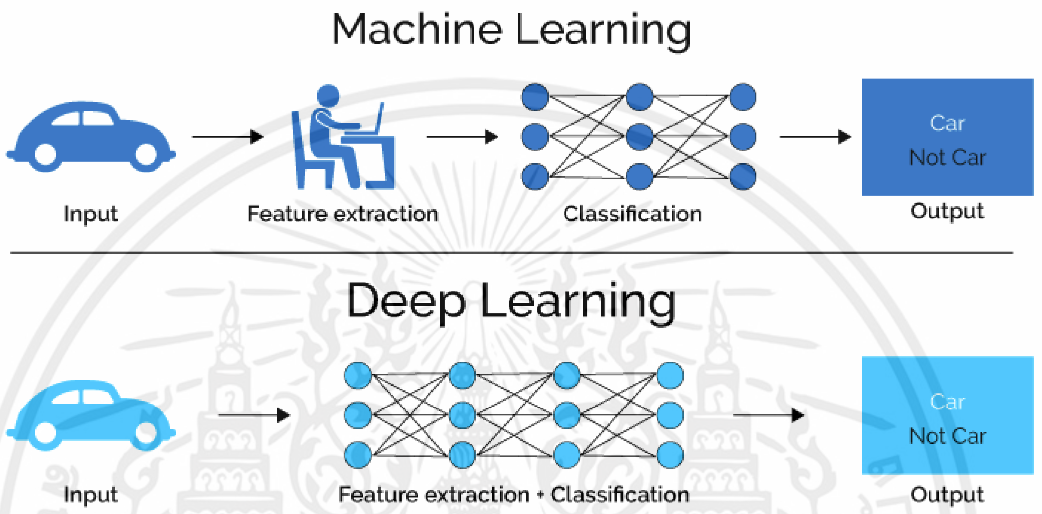
4. ต้องการข้อมูลจำนวนมหาศาล : ความแม่นยำของ Deep Learning ยังแปรผันตรงกับปริมาณข้อมูลยิ่งต้องการความแม่นยำจาก Deep Learning มาก ผู้ใช้งานจำเป็นต้องเพิ่มข้อมูลในระบบมากตามไปด้วยทำให้ข้อจำกัดของ Deep Learning คือ ความต้องการข้อมูลจำนวนมหาศาลอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

2.6.1.2 ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning

Deep Learning สามารถค้นพบคุณสมบัติที่จะใช้ในการแบ่งแยกหมวดหมู่โดยอัตโนมัติ แต่ Machine Learning จำเป็นต้องได้รับข้อมูลเหล่านี้จากผู้ให้ข้อมูลโดยตรง[9] เมื่อได้รับข้อมูลมา Deep Learning จะทำการแบ่งแยกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ที่ได้รับมาทั้งหมดแล้วนำมาประมวลผลหาจุดเด่นและจุดแตกต่างของข้อมูลในเชิงลึกคล้ายกับการกรองข้อมูลเป็นชั้นๆ แล้วสรุปข้อมูลออกมาเป็น Output และตรวจสอบว่าข้อมูลนั้นส่งผลออกมาผิดหรือถูก Machine Learning คือการรับข้อมูลจำนวนมหาศาลเพื่อจดจำความแตกต่างหรือลักษณะเด่นและทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม เช่น หากมีปีกก็แยกไปอยู่กลุ่มนกไม่มีปีกแต่มีสี่ขาก็แยกไปยังกลุ่มสุนัข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามจุดเด่นที่เห็นได้ชัด เป็นต้น ยิ่งเรียนรู้มากก็จะยิ่งแยกแยะจุดเด่นดังกล่าวได้ดีขึ้นส่วน Deep Learning คือการจำลองรูปแบบการประมวลผลของสมองมนุษย์ โดยใช้โครงข่ายคล้ายเซลล์ประสาทในการประมวลผล เมื่อได้รับข้อมูลมา Deep Learning จะทำการแบ่งแยกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ที่ได้รับมาทั้งหมดแล้วนำมาประมวลผลหาจุดเด่นและจุดแตกต่างของข้อมูลในเชิงลึก คล้ายกับการกรองข้อมูลเป็นชั้นๆ แล้วสรุปผลข้อมูลออกมาเป็น Output และตรวจสอบว่าข้อมูลนั้นส่งผลอย่างไร ผิดหรือถูก ดังรูปที่ 2.13

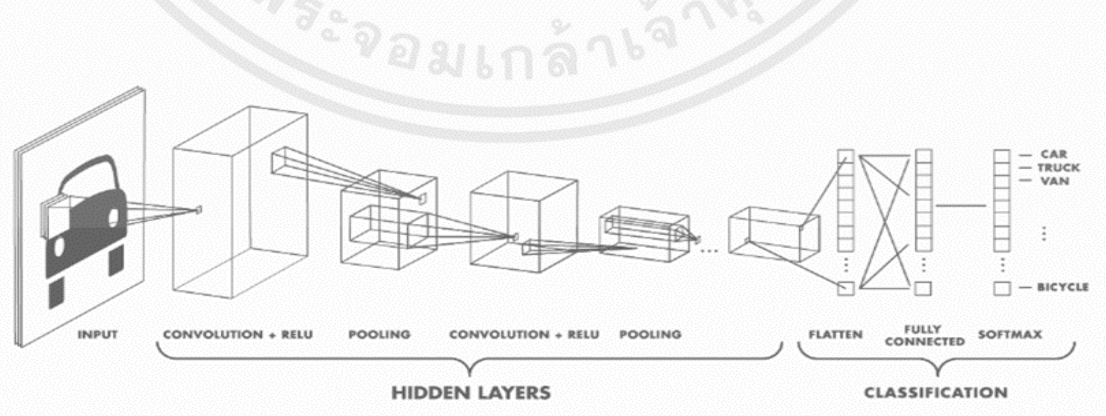


รูปที่ 2.13 ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning

(ที่มา : https://bit.ly/3dsdy42)

2.6.1.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

Convolutional Neural Network (CNN) หรือโครงข่ายประสาทเทียมเป็นโครงข่ายหนึ่งในกลุ่ม Bio-Inspired โดยที่ CNN จะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองพื้นที่เป็นที่ย่อยและนำกลุ่มของพื้นที่ย่อยนั้นมาผสานกัน ดังรูปที่ 2.14

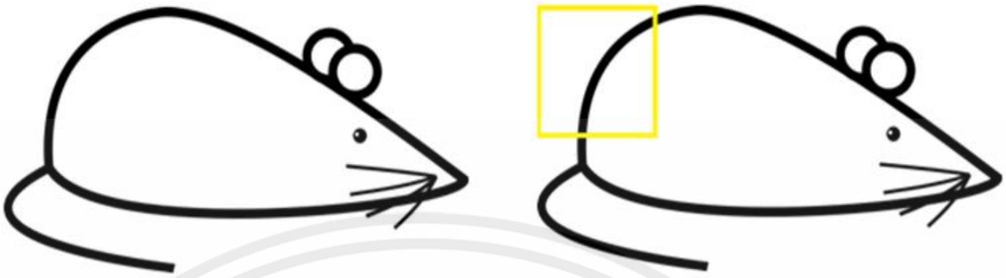


รูปที่ 2.14 Convolutional Neural Network (CNN) หรือ โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน [10]

(ที่มา : https://medium.com/@natthawatphongchit/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมองพื้นที่ย่อยของมนุษย์จะมีการแยกคุณลักษณะ (Feature) ของพื้นที่ย่อยนั้น เช่น ลายเส้นและการตัดกันของสี ซึ่งการที่จะรู้ว่าพื้นที่ตรงนี้เป็นเส้นตรงหรือสีตัดกันเพราะจะดูทั้งจุด ที่สนใจและบริเวณรอบประกอบกัน



รูปที่ 2.15 การมองวัตถุของมนุษย์
(ที่มา : https://bit.ly/3x3onRX)

จากรูปที่ 2.15 ถ้าเราเปรียบว่ากรอบสี่เหลี่ยมสีเหลืองคือ พื้นที่ที่มนุษย์กำลังให้ความสนใจอยู่ แต่เราสามารถรับรู้ได้ว่าสิ่งนี้ คือ หนู เพราะคนกวาดสายตามองโดยรอบ [11]

2.6.1.4 การแยกคุณลักษณะ (Feature)

คำนวณจากการกำหนดค่าตัวกรอง (Filter) หรือ เคอร์เนล (Kernel) ที่ช่วยดึงคุณลักษณะที่ใช้ในการรู้จำวัตถุออก โดยปกติ Filter หนึ่งจะดึงคุณลักษณะที่สนใจออกมาได้หนึ่งอย่าง จำเป็นต้องมีตัวกรองหลายตัวกรองเพื่อหาคุณลักษณะทางพื้นที่หลายอย่างประกอบกัน

2.6.1.5 ลักษณะของ Filter

สำหรับ Filter ของภาพดิจิทัล[12]โดยปกติจะเป็นตารางสองมิติที่มีขนาดตามพื้นที่ย่อย สมมุติว่าถ้าต้องการหาเส้นตรงทะแยงสีขาวตัวกรองอาจจะอยู่ในลักษณะต่อไปนี้

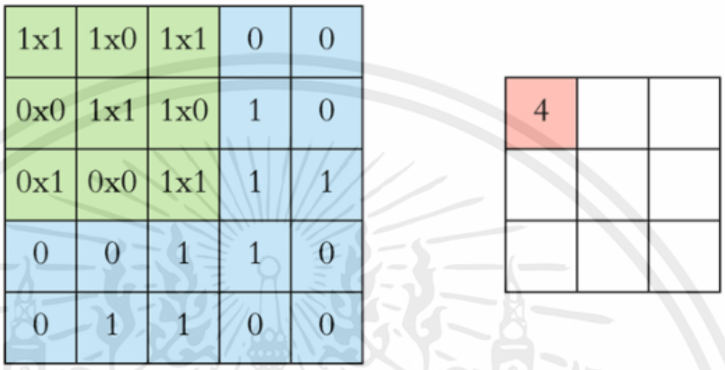
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

รูปที่ 2.16 ตัวกรอง 3 x 3 สำหรับหาเส้นตรงทแยงสีขาว (ลักษณะ Filter)
(ที่มา : https://medium.com/@natthawatphongchit/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 2.16 ตำแหน่งตรงกลางที่มีกรอบสีฟ้า คือ Anchor เอาไว้ทาบบนพิกเซลของภาพข้อมูลอินพุตตัวกรองจะถูกทาบลงในพิกเซลแรกของภาพข้อมูลอินพุตจากนั้นจะเลื่อนไปทาบ บนพิกเซลอื่นในภาพทีละพิกเซล จนครบทุกพิกเซลในภาพ

แต่ทั้งนี้ อาจจะไม่ทาบตัวกรองบนพิกเซลที่อยู่ใกล้กรอบภาพเพราะตัวกรองจะล้นออกไปนอกภาพเมื่อเลื่อนตัวกรองไปเรื่อยๆ จนครบทุกพิกเซลที่สามารถเลื่อนได้ในภาพสิ่งที่ได้นั้นจะเป็นสิ่งที่เรียกว่า ผังคุณลักษณะ (Feature Map)

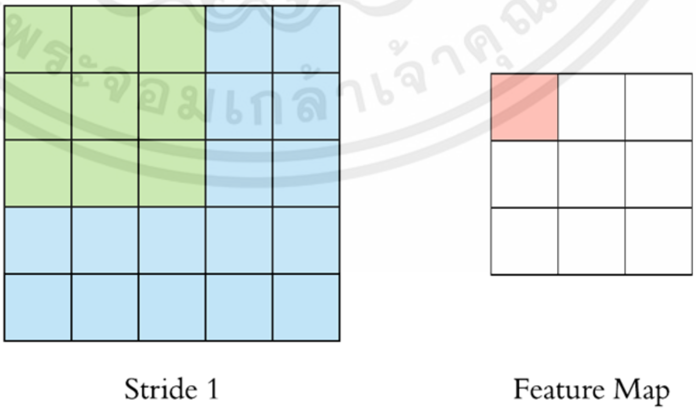


รูปที่ 2.17 การเลื่อนตำแหน่งพิกเซล
(ที่มา : https://medium.com/@natthawatphongchit/)

จากรูปที่ 2.17 ภาพด้านซ้าย Filter เลื่อนไปบน Input ของภาพด้านขวา ผลลัพธ์การคำนวณซึ่งออกมาเป็น ผังคุณลักษณะ (Feature Map)

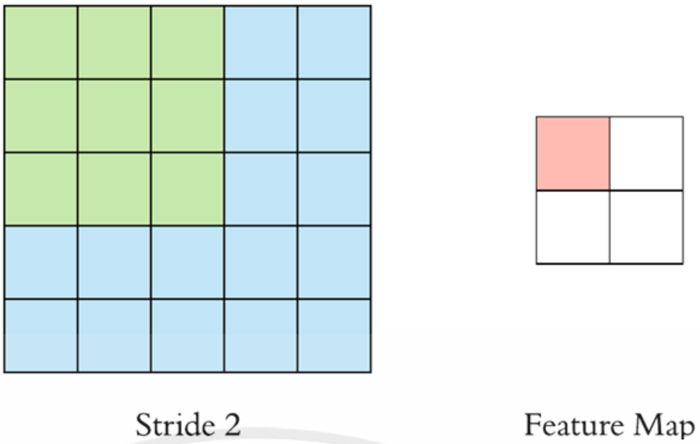
2.6.1.6 Stride และ Padding

Stride เป็นตัวกำหนดว่าต้องการจะเลื่อนตัวกรอง (Filter) ด้วย Step ที่เท่าไร



รูปที่ 2.18 การกำหนดค่าเท่ากับ 1 ช่อง
(ที่มา : https://medium.com/@natthawatphongchit/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 การกำหนดค่าเท่ากับ 2 ช่อง
(ที่มา :https://medium.com/@natthawatphongchit/)

จากรูปที่ 2.18 และ รูปที่ 2.19 สามารถกำหนดค่าของ Stride ให้มากขึ้นได้ถ้าต้องการให้การคำนวนหาคุณลักษณะมีพื้นที่ทับซ้อนกันน้อยขึ้นแต่การกำหนดค่าของ Stride ที่มากขึ้นจะทำให้ได้ผังคุณลักษณะที่มีขนาดเล็กลง

2.6.1.7 Max Pooling

ปัญหาอย่างหนึ่งของการใช้ CNN คือ ขนาดตัวกรอง 3 x 3 พิกเซล ซึ่งเวลามองภาพแล้วอาจส่งผลให้ภาพบริเวณเหล่านั้นกว้างมากเกินไป การทำ Max Pooling สามารถช่วยให้ภาพชัดเจนมากขึ้น

รูปที่ 2.20 ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพเครื่องปั้นดินเผา
(ที่มา :https://medium.com/@natthawatphongchit/)

จากรูปที่ 2.20 จะเห็นว่ารูปภาพมีขนาดสเกลที่เล็กลงสามารถแบ่งชั้น คือเครื่องปั้นดินเผาโดยคอมพิวเตอร์สามารถทำการจำแนกวัตถุชิ้นนี้ที่ความละเอียดสูงได้

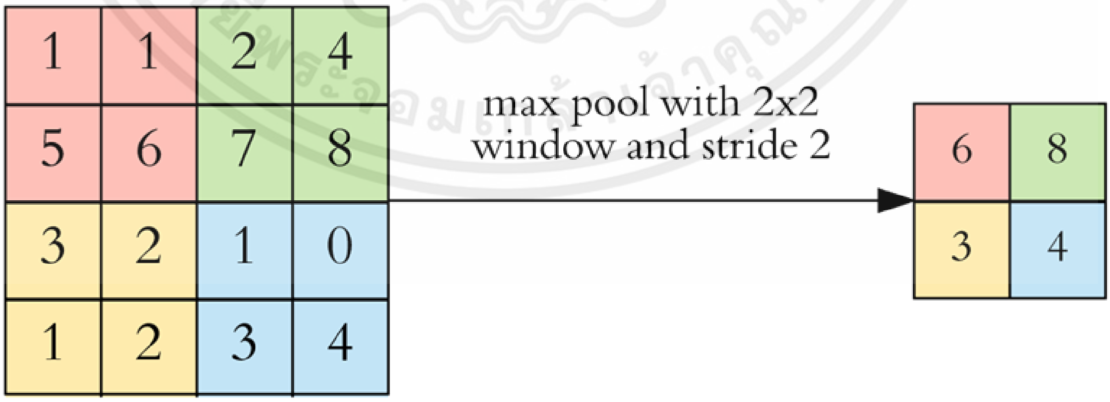
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพแมว

จากรูปที่ 2.21 จำแนกวัตถุโดยอาศัยการดูที่รายละเอียดเล็กๆ และการดูแบบคร่าวๆ บนพื้นที่ใหญ่ ลองสังเกตการจำแนกแมวในภาพสองภาพนี้ในภาพบนแม้จะมีแมวหลายตัว แต่สามารถแยกแมวออกจากกันได้ด้วยการดูสีหรือพื้นที่ใหญ่ๆ บนตัวแมว ในขณะที่แมวทางภาพล่างสองตัวนี้ต้องลงไปดูรายละเอียดเล็กๆ เช่น ตาและจมูกเพื่อแยกให้ออกว่ามีแมวกี่ตัว

Pooling คือ ความสามารถในการย่อรูปแบบหนึ่งซึ่งมีสองประเภทหลักที่นิยมกัน คือ Max Pooling และ Mean Pooling

Max Pooling เป็นตัวกรองแบบหนึ่งที่หาค่าสูงสุดในบริเวณที่ตัวกรองทาบอยู่มาเป็นผลลัพธ์โดยจะเตรียมตัวกรองในลักษณะเดียวกับการทำ Feature Extraction ของ CNN มาทาบบนข้อมูลแล้วเลือกค่าที่สูงที่สุดบนตัวกรองนั้นมาเป็นผลลัพธ์ใหม่และจะเลื่อนตัวกรองไปตาม Stride ที่กำหนดไว้โดยขนาดตัวกรองของการทำ Max Pooling จะนิยมเรียกกันว่า Pool Size ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ผลลัพธ์การทำ Max Pooling

(ที่มา : https://medium.com/@natthawatphongchit/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ขั้นตอนติดตั้งเครื่องมือสำหรับการทำโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง

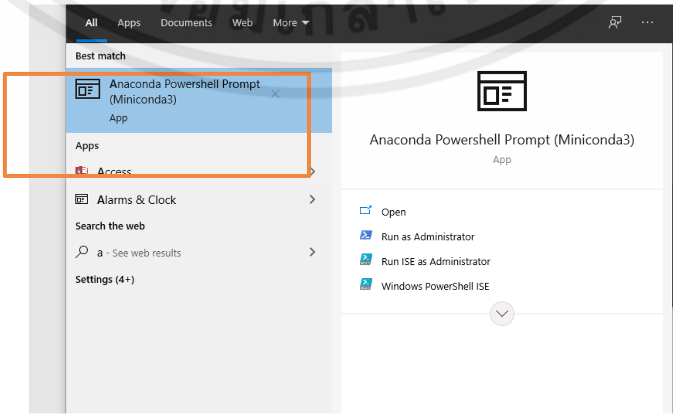
ขั้นตอนที่ 1

ทำการติดตั้งโปรแกรม Anaconda ซึ่งจะเป็นการลงไลบรารีที่จำเป็นสำหรับการทำแมชชีนเลินนิ่ง โดยดาวน์โหลดผ่านทาง www.anaconda.com [13] แล้วเลือกไปที่ระบบปฏิบัติการที่ใช้พัฒนาบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะเป็นระบบปฏิบัติการแบบ Window หลังจากดาวน์โหลดเสร็จแล้วก็ให้ทำการติดตั้งโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.23 การดาวน์โหลด Anaconda

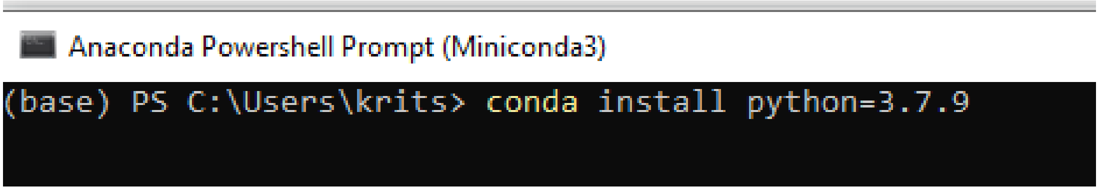
ขั้นตอนที่ 2

ทำการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python ที่ผูกติดมาจากโปรแกรม Anaconda ให้กลายเป็นภาษา Python เวอร์ชัน 3.6 หรือ 3.7 เนื่องจากหากเป็นเวอร์ชันอื่นจะไม่สามารถใช้งานร่วมกับไลบรารี่ TensorFlow เวอร์ชัน 1.1.15 ได้ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทำแมชชีนเลินนิ่งซึ่งในที่นี้จะใช้ Python 3.7.9 โดยสามารถเปลี่ยนได้ภายในโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt [14] ที่มาพร้อมกับโปรแกรม Anaconda ดังรูปที่ 2.24 ซึ่งมีคำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.24 โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt

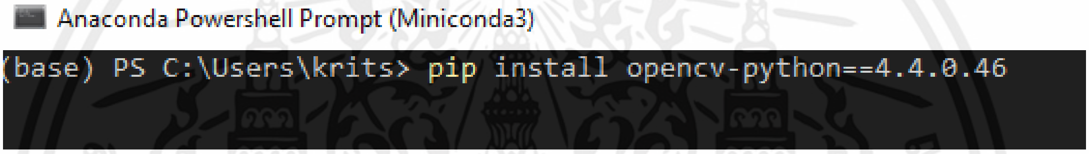
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



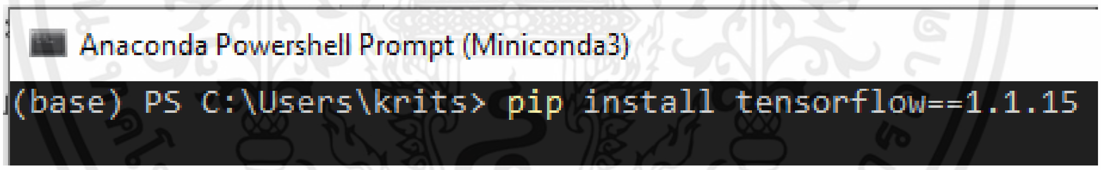
รูปที่ 2.25 คำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python

<u>ขั้นตอนที่ 3</u>

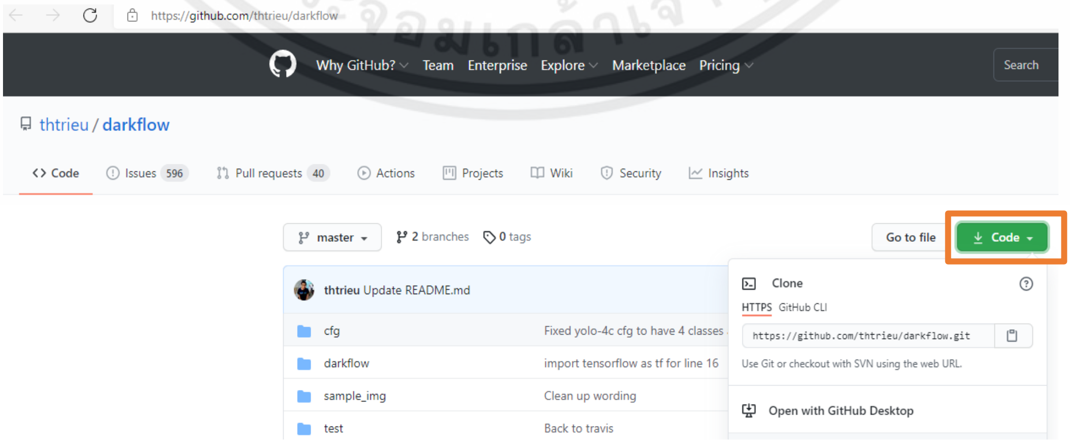
ทำการติดตั้งไลบรารี OpenCV เวอร์ชั่น 4.4.0.46 ดังรูปที่ 2.26 ซึ่งเป็นไลบรารีที่ใช้สำหรับเป็นวิสัยทัศน์ให้กับคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถจับสัญญาณของกล้องเพื่อนำภาพวีดิโอจากกล้องมาทำการถ่ายทอดสดและนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองสำหรับการตรวจจับการเผาไหม้ในที่โล่งได้และติดตั้ง TensorFlow เวอร์ชัน 1.1.15 ดังรูปที่ 2.27 ตามลำดับ



รูปที่ 2.26 คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี OpenCV



รูปที่ 2.27 คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี TensorFlow

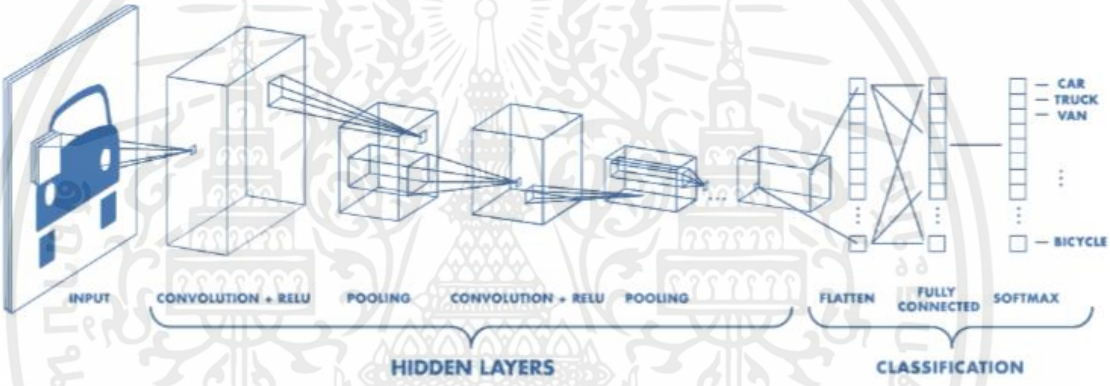


รูปที่ 2.28 ดาวน์โหลดเครื่องมือ YOLO-V2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 4</u>

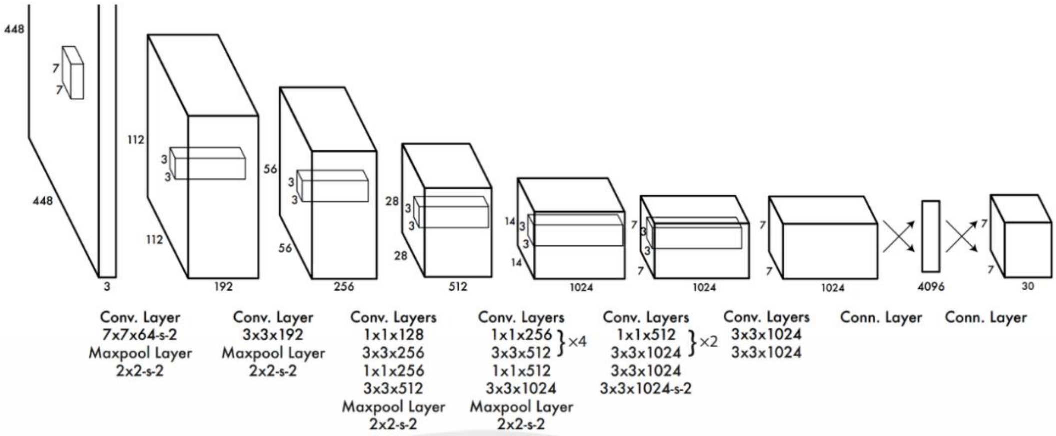
จากรูปที่ 2.28 ทำการดาวน์โหลดเครื่องมือไลบรารี่ YOLO-V2 ผ่านทางเว็บไซต์ https://github.com/thtrieu/darkflow โดยคลิกไปที่ Code แล้วคลิก Download ZIP สำหรับเครื่องมือ YOLO-V2 ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้สำหรับการทำ Deep Learning ให้กับคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยเครื่องมือ TensorFlow โดยใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) [15] เพื่อใช้สำหรับสร้างปัญญาประดิษฐ์สำหรับการตรวจจับวัตถุและแบ่งแยกประเภทวัตถุโดยเฉพาะ โดยโครงข่ายประสาทเทียมนี้จะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองพื้นที่เป็นพื้นที่เล็กๆ ดังรูปที่ 2.29 เช่นเดียวกับการแสดงภาพบนคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นลักษณะพิกเซล (Pixel) ย่อยๆ มารวมเข้าด้วยกันโดยการมองพื้นที่ย่อยจะมีการแยกคุณลักษณะ (Feature) ของพื้นที่ย่อยนั้น เช่น ลายเส้น และการตัดกันของสี ซึ่งการที่มนุษย์รู้ว่าพื้นที่ตรงนี้เป็นเส้นตรงหรือสีตัดกันเพราะมนุษย์ดูทั้งจุดที่สนใจและบริเวณรอบๆ ประกอบกัน



รูปที่ 2.29 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน
(ที่มา: https://bit.ly/3waBSxW)

แนวคิดหลักของ YOLO คือการสร้างเครือข่าย CNN เพื่อทำนายเทนเซอร์ ใช้เครือข่าย CNN เพื่อลดขนาดเชิงพื้นที่พร้อมช่องสัญญาณเอาต์พุต 1024 ช่องในแต่ละตำแหน่ง YOLO ทำการถดถอยเชิงเส้นโดยใช้สองเลเยอร์ที่เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์เพื่อทำการคาดคะเน) ในการทำนายขั้นสุดท้ายซึ่งเราจะเก็บคำทำนายที่มีคะแนนความเชื่อมั่นสูง ไว้เป็นคำทำนายสุดท้าย[16] ดังรูปที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 สถาปัตยกรรมของ YOLO-V2

(ที่มา: https://bit.ly/3dsrYB1)

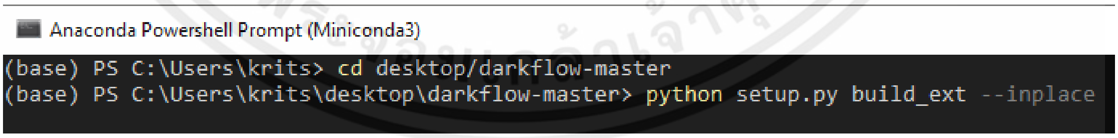
<u>ขั้นตอนที่ 5</u>

เมื่อทำการดาวน์โหลดเครื่องมือ YOLO-V2 เสร็จแล้วให้ทำการแตกไฟล์ให้เรียบร้อย เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะปรากฏเป็นโฟลเดอร์ที่ชื่อว่า Darkflow-Master ดังรูปที่ 2.31

รูปที่ 2.31 โฟลเดอร์ Darkflow-Master

<u>ขั้นตอนที่ 6</u>

ต่อมาให้เข้าไปยังโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt แล้วเข้าไปยังตำแหน่งที่โฟลเดอร์ Darkflow-Master แล้วใช้คำสั่งดังรูปที่ 2.32 ซึ่งจะเป็นการตั้งค่าให้เครื่องมือ YOLO-V2 สามารถใช้งานได้ภายในคอมพิวเตอร์



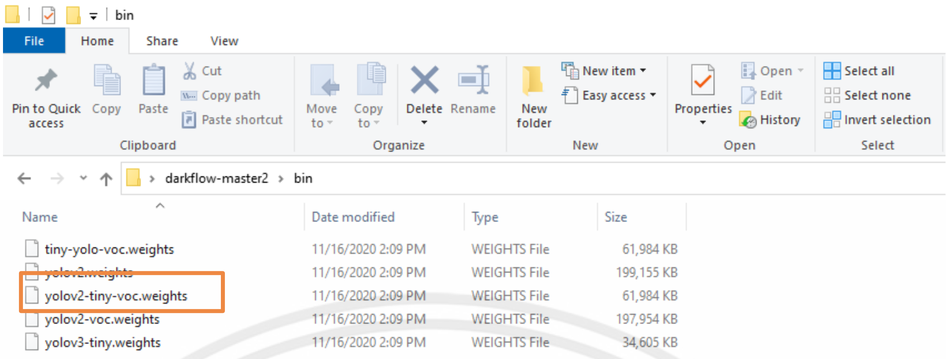
รูปที่ 2.32 คำสั่งที่ใช้สำหรับตั้งค่าเครื่องมือ YOLO-V2

<u>ขั้นตอนที่ 7</u>

การดาวน์โหลดTiny-YoLo-Voc.weights แล้วนำไฟล์ที่ได้ไปใส่ไว้ภายโฟลเดอร์ที่ชื่อว่า bin ซึ่งเป็นโฟลเดอร์ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master ดังรูปที่ 2.33 โดยไฟล์ Tiny-YoLo-Voc.weights จะเป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับการฝึกฝนหรือเทรนโมเดลแบบจำลองที่ต้องการ ซึ่งจะทำหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองที่ต้องการใช้สำหรับการตรวจจับวัตถุ ซึ่งสามารถดาวน์โหลด Tiny-YoLo-Voc.weights ได้จาก https://pjreddie.com/darknet/yolo/



รูปที่ 2.33 ไฟล์ Tiny-YoLo-Voc.weights ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master

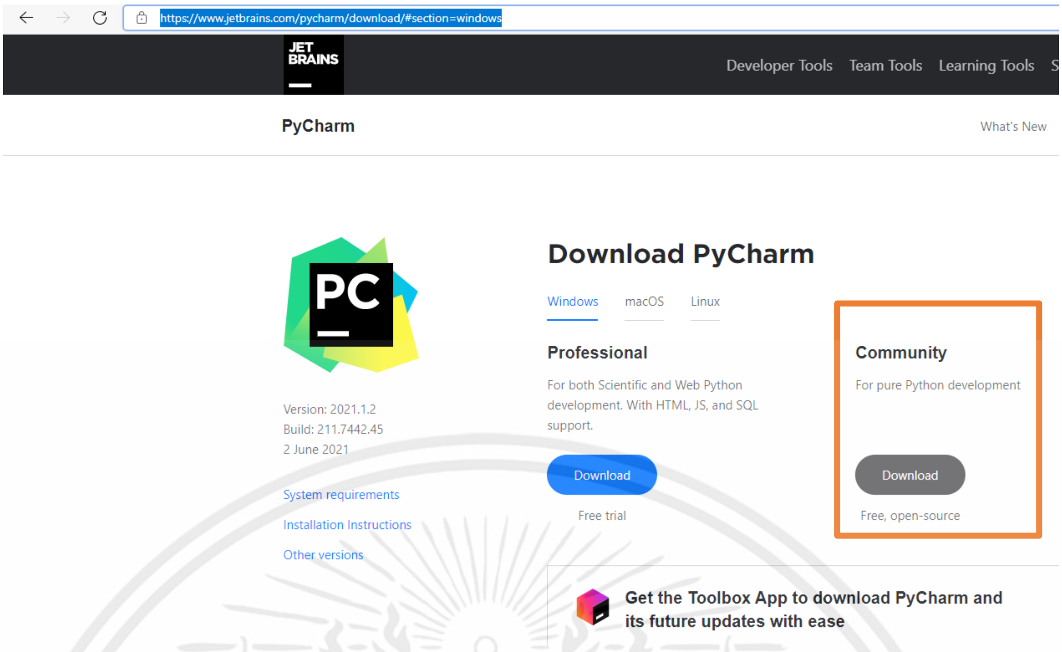
<u>ขั้นตอนที่ 8</u>

ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม LabelImg โดยเลือกระบบปฏิบัติการเป็น Window สำหรับโปรแกรม LabelImg จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการจัดเตรียมภาพดังรูปที่ 2.34 ที่อยู่ภายในชุดข้อมูลวัตถุที่ต้องการจะทำการตรวจจับให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะทำการเทรนโมเดลแบบจำลอง โดยจะมีหน้าที่ คือทำการบ่งชี้ไปที่พื้นที่แยกย่อยซึ่งเป็นคุณลักษณะ (Feature) ที่ต้องการจะตรวจจับแล้วทำการใส่ป้ายชื่อไปที่แยกย่อยเพื่อเป็นการจำแนกความแตกต่างของแต่ละคุณลักษณะ (Feature) สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม LabelImg ผ่านทาง LabelImg (tzutalin.github.io) [17]

รูปที่ 2.34 ลักษณะโปรแกรม labelImg

(ที่มา : https://bit.ly/3x3ITBG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 ลักษณะโปรแกรม Pycharm

ขั้นตอนที่ 9

ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม Pycharm โดยเลือกไปที่ Community ดังรูปที่ 2.35 เพื่อรับโปรแกรมในเวอร์ชันที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายโปรแกรม Pycharm จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโค้ดเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจจับการเผาไหม้ในที่โล่งบนพื้นฐานของภาษา Python ซึ่งสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Pycharm โดย Download PyCharm: Python IDE for Professional Developers By JetBrains [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เครื่องมือที่ใช้สร้างโมเดลแมชชีนเลินนิ่งและไลบรารี่ (Library)

สำหรับเครื่องมือและไลบรารี่ (Library) ที่ใช้สำหรับโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง ประกอบด้วย

1. Python

รูปที่ 2.36 Python

(ที่มา : https://python-thailand.github.io/intro/logo.html)

จากรูปที่ 2.36 Python คือ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง [19] ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows NT, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีกอย่างหนึ่งภาษาตัวนี้เป็นแบบโอเพนซอร์ส ทำให้มีคนเข้ามาช่วยกันพัฒนาให้ Python มีความสามารถสูงขึ้นและใช้งานได้ครอบคลุมกับทุกลักษณะงาน

ในส่วนของโค้ดของ Python ถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซีการประมวลผลจะทำในแบบอินเทอร์พรีเตอร์ คือจะประมวลผลไปทีละบรรทัดและปฏิบัติตามคำสั่งที่ได้รับ Python เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 0.9.0 ออกมาเมื่อปี พ.ศ. 2533 และเวอร์ชันปัจจุบันคือ 3.8 โดยส่วนของนามสกุลไฟล์ต่างๆ ของภาษา Python มี .py, .pyi, .pyc, .pyd, .pyo (ตั้งแต่เวอร์ชัน 3.5), .pyw, .pyz จุดเด่นของ Python เมื่อเทียบกับภาษาอื่น

1. Python เป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นสูงมากการเขียน Python มีอักขระสามารถใช้แทนกันได้ เช่น “ ” และ ‘ ’ ทำให้ง่ายต่อการเขียนและมีฟังก์ชันในการใช้งานมากมายเข้าใจง่ายกว่าภาษาอื่นๆ

2. ภาษานี้เป็น Open Source ใช้งานได้ฟรี การเขียน Python ไม่จำเป็นต้องเสียเงิน เพราะเป็น Opensource ผู้ที่ศึกษาและต้องการใช้ที่จะใช้งานสามารถเริ่มต้นจาก python.org ได้

3. ง่ายต่อการเรียนรู้สามารถต่อยอดได้จริง ดังที่บอกว่าภาษา Python มีความใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษมากกว่าภาษาโปรแกรมมิ่งอื่นๆ ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้เหมาะสำหรับทั้งผู้เรียนใหม่และคนที่ต้องการต่อยอดจากภาษาอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. OpenCV

รูปที่ 2.37 OpenCV

(ที่มา : https://bit.ly/3zPSn5p)

จากรูปที่ 2.37 OpenCV หรือ Open Source Computer Vision เป็นไลบรารี่ฟังก์ชันการเขียนโปรแกรม (Library of Programming Functions) [20] โดยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นเป้าหมายไปที่การแสดงผลด้วย คอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ (Real-Time Computer Vision) โดยความสามารถหลักๆ ของ OpenCV คือสามารถช่วยให้จัดการวิดีโอหรือรูปภาพเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับรูปภาพ อย่างเช่น ทำให้ภาพชัดขึ้น ทำให้เบลอ ลดสัญญาณรบกวน (Noise) รูปภาพจากแหล่งที่มาของรูปภาพต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น Webcam ภาพถ่าย วิดีโอ และกล้องวงจรปิดนอกจากการปรับปรุงภาพแล้วนั้นยังมีการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทำให้รู้จักกับวัตถุนั้นๆ อาจจะเคยได้ยินตัวอย่างมาบ้าง เช่น การแบ่งประเภท Object ว่าเป็น หมา แมว คน และรถยนต์ เป็นต้นไป จนถึงการนำไปใช้งานที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น การจดจำใบหน้าของคน

3. TensorFlow และ Yolo Framework

รูปที่ 2.38 TensorFlow และ YoLo เฟรมเวิร์ก

(ที่มา : https://bit.ly/35PTQe0)

(ที่มา : https://roboflow.com/formats/yolo-darknet-txt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.38 TensorFlow คือ Deep Learning Library [21] เป็นไลบรารี่ฟรีและ Open Source สำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยการเรียนรู้ของเครื่องโดยเฉพาะการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมเป็นผลงานการวิจัยและผลิตภัณฑ์ของกูเกิลเดิมถูกพัฒนาโดยทีมกูเกิลแบรนด์เพื่อใช้ภายในบริษัทกูเกิล แต่ต่อมาเปิดให้สาธารณชนได้ใช้งานภายใต้ Apache License 2.0 โดยต้องใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์ม YoLo เฟรมเวิร์ก YOLOv2 เป็นหนึ่งในโมเดลที่ดีที่สุดในการจดจำวัตถุสามารถ จดจำวัตถุและประมวลผลเฟรมที่อัตราสูงถึง 150 FPS สำหรับเครือข่ายขนาดเล็กให้ความแม่นยำในการตรวจจับที่ล้ำสมัยมันสามารถทำงานบนขนาดที่แตกต่างกันโดยให้การแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วและความแม่นยำ

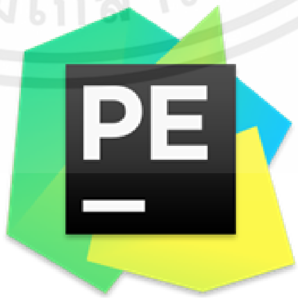
4. LabelImg

รูปที่ 2.39 LabelImg

(ที่มา : https://bit.ly/3gM93TV)

จากรูปที่ 2.39 LabelImg [22] คือ โปรแกรมที่นำมาเทรนภาพต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานร่วมกับ TensorFlow ในการตรวจจับวัตถุหรือภาพต่างๆ เป็นเครื่องมือคำอธิบายประกอบภาพกราฟิกที่ใช้ในการแค็ตตาล็อก/สั่งซื้อภาพตามประเภทขนาดหรือลักษณะใดๆ ที่ต้องการจัดลำดับภาพใช้กรอบล้อมรอบเพื่อกำหนดพื้นที่ของรูปภาพที่ต้องการเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตีกรอบรูปของวัตถุที่ต้องการตรวจจับแล้วแปลงไฟล์จากสกุล .jpg เป็น .xml

5. PycharmIDE



รูปที่ 2.40 Pycharm

(ที่มา : https://bit.ly/2Uprjtn)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.41 Pycharm เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเปิดแอปพลิเคชันแสดงผลการตรวจจับภาพของวัตถุโดยจะต้องรันโปรแกรมบน Pyinstaller เท่านั้น [23]

คุณสมบัติ PyCharm สำหรับผู้ใช้เพื่อให้กระบวนการเขียนโค้ดง่ายขึ้น

1. ตัวแก้ไขโค้ด : โปรแกรมแก้ไขโค้ดอัจฉริยะที่ได้จัดทำโดย PyCharm ช่วยให้โปรแกรมเมอร์เขียนโค้ด Python คุณภาพสูงได้ตัวแก้ไขช่วยให้โปรแกรมเมอร์สามารถอ่านโค้ดได้อย่างง่ายดายผ่านโครงร่างสีแทรกเยื้องในบรรทัดใหม่โดยอัตโนมัติเลือกรูปแบบการเข้ารหัสที่เหมาะสมและคำแนะนำการเติมโค้ดตามบริบทที่มีประโยชน์

2. การนำทางรหัส : ตัวเลือกการนำทางด้วยรหัสอัจฉริยะที่ PyCharm จัดหาให้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขและปรับปรุงโค้ดได้โดยไม่ต้องเสียเวลาและความพยายามเพิ่ม IDE ช่วยให้ผู้ใช้ไปที่คลาสไฟล์และสัญลักษณ์ได้ง่ายขึ้นพร้อมกับการประกาศไปที่ที่เรียกใช้จากข้อมูลอ้างอิง ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถค้นหารายการในซอร์สโค้ดข้อมูลโค้ดองค์ประกอบ UI หรือการดำเนินการของผู้ใช้เกือบจะในทันที พวกเขาสามารถค้นหาการใช้สัญลักษณ์ต่างๆ และตั้งค่าบุ๊กมาร์กในโค้ดได้ Refactoring : PyCharm ช่วยให้นักพัฒนาสามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นักพัฒนายังสามารถใช้ประโยชน์จากตัวเลือกการปรับโครงสร้างใหม่ที่ IDE จัดเตรียมไว้ให้ในขณะที่เขียนโค้ด Python ธรรมดาและทำงานกับเฟรมเวิร์ก Python

3. รองรับเทคโนโลยีเว็บยอดนิยม : PyCharm ช่วยให้โปรแกรมเมอร์เขียนเว็บแอปพลิเคชันต่างๆ ใน Python ได้ง่ายขึ้นซึ่งรองรับเทคโนโลยีเว็บที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น HTML, CSS, JavaScript, TypeScript และ CoffeeScript ซึ่งนักพัฒนาเว็บสามารถใช้ตัวเลือกการแสดงตัวอย่างการแก้ไขแบบเรียลไทม์ที่ IDE จัดเตรียมไว้เพื่อดูหน้าเว็บเดียวพร้อมกันในตัวแก้ไขและบราว์เซอร์

4. รองรับ Python Web Framework ยอดนิยม : นอกจากการรองรับเทคโนโลยีเว็บไซต์ที่ใช้กันทั่วไปแล้ว ยังช่วยนักพัฒนาเว็บในการดีบักเทมเพลต Django จัดรูปแบบรหัสตรวจสอบรหัสและจัดการคอนโซล .py ในขณะเดียวกัน PyCharm ยังรองรับเว็บเฟรมเวิร์ก Python ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น Pyramid และ Web2Py มีตัวเลือกการเติมโค้ดและการนำทางเฉพาะ

5. รองรับ Python Scientific Libraries นอกเหนือจาก การรองรับเทคโนโลยีเว็บไซต์ที่ใช้กันทั่วไปแล้ว PyCharm ยังให้การสนับสนุนระดับเฟิร์สคลาสสำหรับเว็บเฟรมเวิร์ก Python ที่แข็งแกร่ง เช่น Django นักพัฒนาสามารถใช้ IDE เพื่อคำแนะนำการเติมโค้ดข้อมูลเกี่ยวข้องสำหรับแท็ก Django ตัวกรองพารามิเตอร์และตัวแปรเทมเพลต นอกจากนี้ยังสามารถรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแท็กและตัวกรองได้โดยอ้างอิงจากเอกสารประกอบฉบับย่อ Python IDE ยังช่วยนักพัฒนาเว็บในการดีบักเทมเพลต Django จัดรูปแบบรหัสตรวจสอบรหัสและจัดการคอนโซล .py ในขณะเดียวกัน PyCharm ยังรองรับเว็บเฟรมเวิร์ก Python ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น Pyramid และ Web2Py มีตัวเลือกการเติมโค้ดและการนำทางเฉพาะสำหรับพีระมิดในทำนองเดียวกันจะช่วยให้นักพัฒนาเว็บสามารถเติมรหัสความพร้อมและตัวเลือกการนำทางในขณะที่ทำงานกับ Web2Py

6. Pyinstaller

รูปที่ 2.41 Pyinstaller

(ที่มา : https://bit.ly/3gN6P6E)

จากรูปที่ 2.41 Pyinstaller คือ Module หรือเครื่องมือที่ช่วยในการแปลงโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาไว้ ซึ่งจะมีนามสกุลไฟล์เป็น .py [24] ให้กลายเป็นแอปพลิเคชันที่นำไว้ใช้งานภายในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะ มีนามสกุลไฟล์เป็น .exe โดยไฟล์ exe ย่อมาจาก Executable ซึ่งเป็นประเภทไฟล์มาตรฐานใน Windows เป็นรูปแบบไฟล์ปฏิบัติการประกอบด้วยโปรแกรมและมีความสามารถในการทำงานเป็นโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ ไม่ต้องการคำสั่งนำเข้าใดๆ เพื่อดำเนินการเพียงแค่ดับเบิลคลิกก็เพียงพอที่จะเรียกใช้ไฟล์ .exe ทั้งนี้ Pyinstaller จะเขียนด้วยภาษา Python เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ได้แบบ Stand-Alone โดย Pyinstaller สามารถใช้งานได้ทั้งบน Windows, Linux และ Mac ซึ่งจะสนับสนุน Python 2.7 และ python 3.4 - 3.7

7. OBS-Studio

รูปที่ 2.42 OBS-Studio

(ที่มา : https://bit.ly/3gKZhBn)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.42 โปรแกรม OBS Studio ย่อมาจาก Open Broadcaster Software [25] คือ โปรแกรมเครื่องมือฟรีที่ใช้ ในงานอัดวิดีโอและวิดีโอถ่ายทอดสด (Live Streaming) ซึ่งจะเหมาะสำหรับใช้นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบวิดีโอและเสียงโดยผู้ใช้สามารถอัดวิดีโอกิจกรรมต่างๆ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และรับสัญญาณวิดีโอจากกล้อง Webcam เพื่อมาแสดงผลในหน้าต่างเดียวกันไปพร้อมๆ กันได้ อีกทั้งยังเผยแพร่เนื้อหาวิดีโอไปยังโลกออนไลน์ในแบบ Live โดยที่เว็บไซต์นั้นจะต้องมี Stream Service ให้บริการ เช่น Facebook, Youtube รวมถึงเว็บไซต์ออนไลน์อื่นๆ โปรแกรม OBS Studio มีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายตั้งแต่ระดับเริ่มต้นจนถึงระดับสูงโดยสามารถติดตั้งโปรแกรม OBS Studio ได้บนระบบปฏิบัติการ Windows MacOS หรือ Linux ก็ได้ แต่ทั้งนี้จะต้องดาวน์โหลดตัวติดตั้งที่ใช้เฉพาะระบบปฏิบัติการนั้น

คุณสมบัติและความสามารถของโปรแกรม OBS Studio มีดังนี้

1. อัดวิดีโอและถ่ายทอดสด (พร้อมกันได้)
2. Live ถ่ายทอดสดวิดีโอไปยังเว็บโซเชียลออนไลน์
3. แสดงผลวิดีโอซ้อนวิดีโอในซีนเดียวกันได้
4. ใส่ข้อความ รูปภาพ และย้ายตำแหน่งในขณะที่บันทึกวิดีโอหรือเผยแพร่วิดีโอได้
5. ปรับแต่งประสิทธิภาพของวิดีโอและประสิทธิภาพของเสียง
6. ตั้งค่าปุ่มลัดเพื่อให้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น
7. ง่ายต่อการปรับแต่งและตั้งค่าการใช้งาน

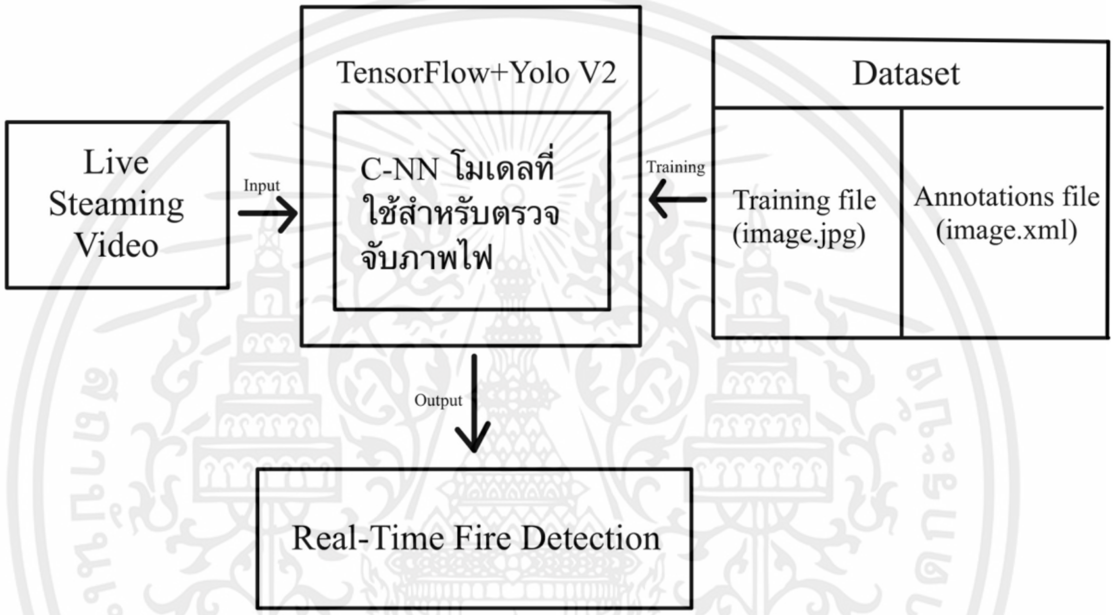
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสร้างโมเดลแมชชิ่นเลินนิ่งสำหรับการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่ง ขั้นตอนการออกแบบต่างๆ จะถูกอธิบายอย่างละเอียด

3.1 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแมชชีนเลินนิ่ง

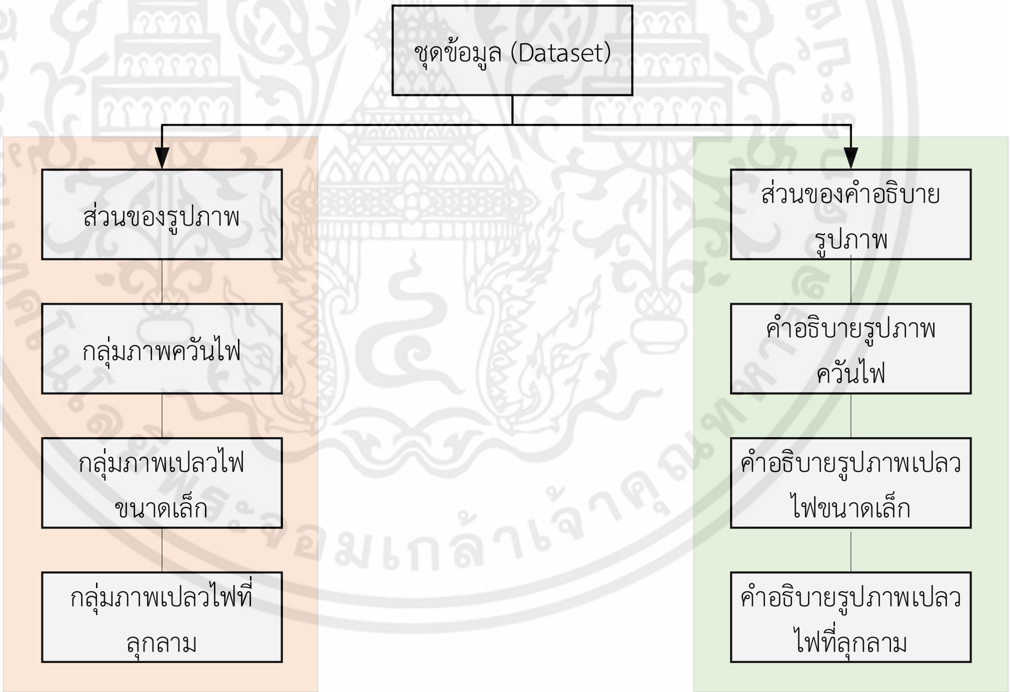
จากรูปที่ 3.1 เป็นบล็อกไดอะแกรมสำหรับการออกแบบโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง ซึ่งใจความหลักอยู่ที่การนำแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Convolution Neural Network Model) ซึ่งเหมาะสมสำหรับการใช้ทำการเรียนจักรกล (Machine Learning) ในรูปแบบการทำการแบ่งแยกประเภทของวัตถุ (Object Classification) แล้วทำการตรวจจับสิ่งที่ต้องการโดยการใช้เครื่องมือ YoLo V2 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการใช้งานแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยเครื่องมือตัวนี้ถูกพัฒนามาจากไลบรารี่ Tensorflow จากภาษา Python ซึ่งเครื่องมือตัวนี้จะทำให้การเทรนชุดข้อมูล (Dataset) เพื่อใช้สำหรับการสร้างโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเพื่อทำการตรวจจับภาพของไฟได้สะดวกมากยิ่งขึ้น อีกปัจจัยที่สำคัญ คือ การเตรียมชุดข้อมูล (Dataset Preparation) ซึ่งภายในชุดข้อมูล ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เก็บรูปภาพ (Training File) และส่วนที่เก็บคำอธิบายคุณลักษณะของภาพ (Annotation File) ในขั้นแรก ต้องทำการจัดเก็บรูปภาพที่เหมาะสมสำหรับการสร้างแบบจำลองก่อน โดยพิจารณาจากความคมชัด ความชัดเจน คุณลักษณะ บริบท และองค์ประกอบของรูปภาพ ไม่เช่นนั้นแล้ว อาจก่อให้เกิดความผิดเพี้ยนในการตรวจจับของเครื่องกลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเตรียมรูปภาพที่เหมาะสมทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ทำชี้จุดและคุณลักษณะที่ต้องการทำการตรวจจับภายในภาพเหล่านั้นเพื่อเป็นการชี้เฉพาะให้กับคอมพิวเตอร์ซึ่งทราบว่าจะทำการตรวจจับสิ่งใดสิ่งหนึ่งภายในรูปภาพแล้วทำการจัดเก็บในส่วนของคำอธิบายคุณลักษณะภาพเป็นอันเสร็จสิ้นการเตรียมชุดข้อมูล ขั้นตอนต่อมาจะนำชุดข้อมูลที่ทำการเตรียมไว้มาทำการฝึกฝน (Training) โดยผ่านกระบวนการของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อทำการสร้างแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่งที่ใช้สำหรับการตรวจจับภาพไฟโดยหน้าที่ของแบบจำลองนี้ คือ เมื่อทำการป้อนวีดิโอแบบถ่ายทอดสด (Live Steaming Video) ซึ่งจัดเป็นประเภทของข้อมูลที่ใช้สำหรับทำการตรวจสอบ (Test Data) แบบจำลองนี้จะนำสัญญาณภาพที่ได้จากการถ่ายทอดสดไปเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของชุดข้อมูลที่ได้จากการฝึกฝนซึ่งอยู่ภายในโครงข่าย จากนั้นทำการแสดงผลออกมาเป็นการตรวจจับภาพของไฟแต่ละกลุ่มแบบเรียลไทม์ (Real-Time Fire Detection) โดยการบ่งชี้ไปที่จุดเกิดเปลวไฟและควันพร้อมแสดงถึงร้อยละความแม่นยำ

3.2 การสร้างโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูล (Dataset)



รูปที่ 3.2 ส่วนของชุดข้อมูล

จากรูปที่ 3.2 เป็นรูปในการเตรียมชุดข้อมูลที่ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เก็บรูปภาพสำหรับเพื่อทำการเทรนโมเดลแบบจำลองและส่วนที่เก็บคำอธิบายคุณลักษณะ (Feature) สำหรับการเทรนแบบจำลองการตรวจจับการเผาไหม้ ซึ่งทั้ง 2 ส่วนมีกลุ่มไฟประกอบทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มภาพกลุ่มควันไฟ กลุ่มภาพเปลวไฟขนาดเล็กและกลุ่มภาพเปลวไฟที่ลุกลามขนาดใหญ่ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

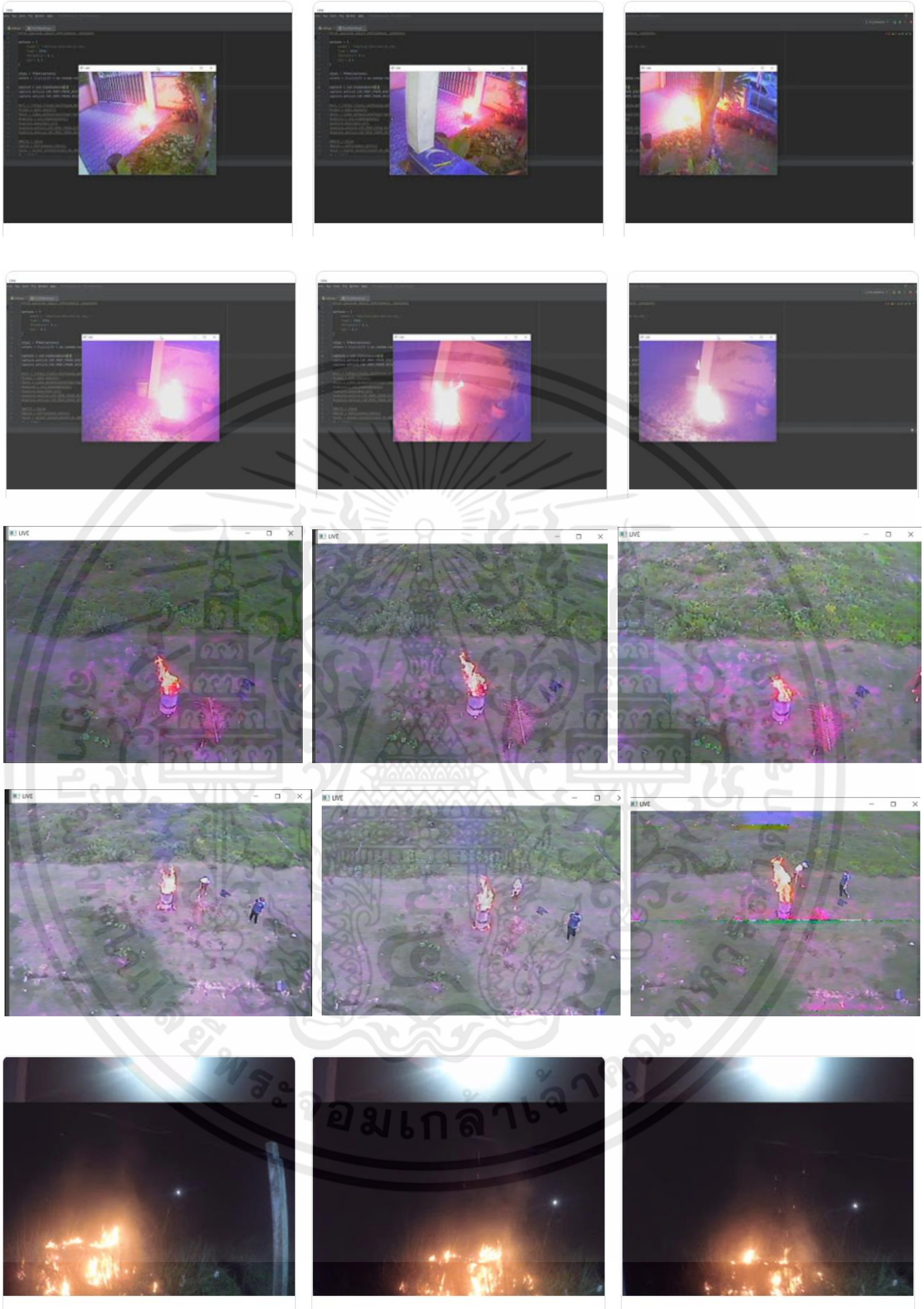
ขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูล มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

ทำการบันทึกรูปภาพของกลุ่มเปลวไฟขนาดเล็ก กลุ่มควันไฟทั้งสีดำและสีขาวรวมถึงกลุ่มเปลวไฟระดับลุกลามในโฟลเดอร์ที่ชื่อ Images ไว้อยู่ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master จากนั้นทำการเก็บรวบรวมรูปภาพทั้ง 3 กลุ่มไว้ภายในโฟลเดอร์ Images จากนั้นทำการสร้างโฟลเดอร์ที่ชื่อ Annotations ไว้ภายในโฟลเดอร์เดียวกันเพื่อเตรียมไว้สำหรับเก็บในส่วนของคำอธิบายรูปภาพ

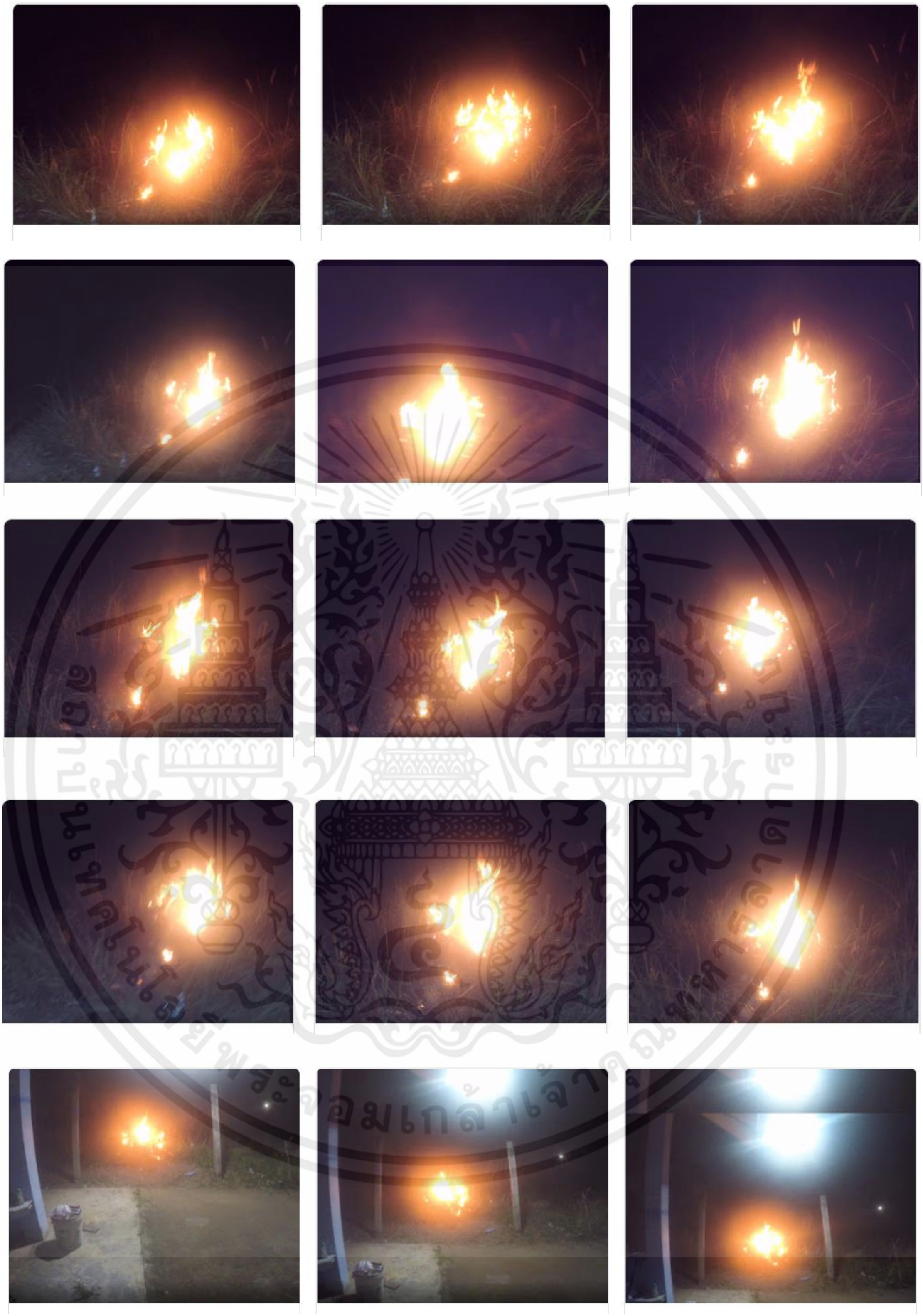
รูปที่ 3.3 ชุดข้อมูลกลุ่มควันสำหรับใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดเล็กสำหรับใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



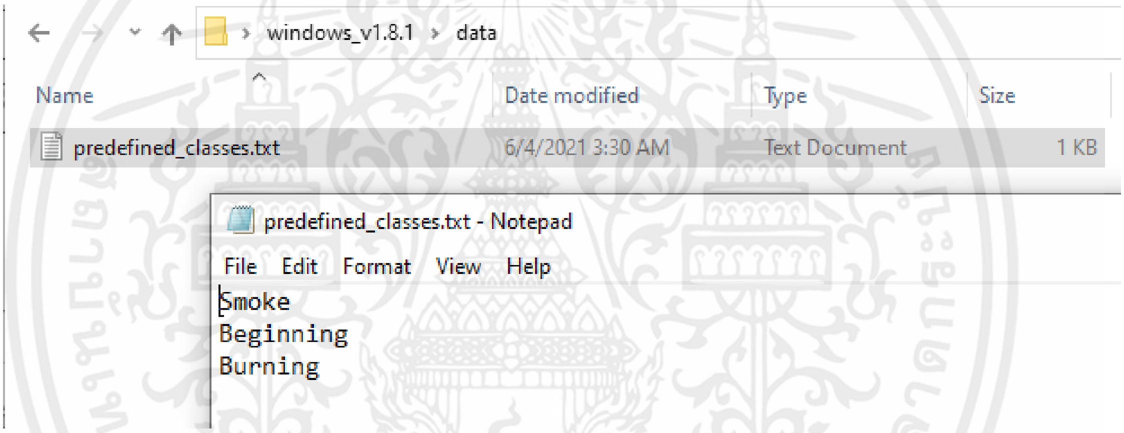
รูปที่ 3.5 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดใหญ่สำหรับใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยชุดข้อมูลที่นำมาใช้นั้นประกอบไปด้วยรูปภาพทั้งหมด 1,489 รูปภาพ โดยแบ่งเป็นพื้นที่แยกย่อย (Instants) ของกลุ่มควันไฟทั้งหมด 920 รูป จากรูปที่ 3.3 เปลวไฟขนาดเล็กทั้งหมด 258 รูป จากรูปที่ 3.4 และเปลวไฟขนาดใหญ่ทั้งหมด 311 รูป จากรูปที่ 3.5 ตามลำดับโดยทั้งหมดเป็นภาพที่นำมาใช้สำหรับทำการเทรนโมเดลแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่ง

ขั้นตอนที่ 2

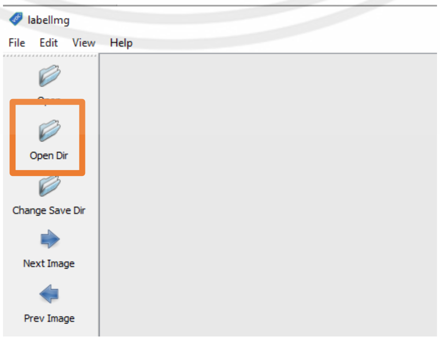
เมื่อเตรียมรูปภาพสำหรับทำการเทรนโมเดลแบบจำลองเสร็จแล้ว ให้ทำการตั้งค่าป้ายชื่อ (Labeling) ของแต่ละกลุ่มในชุดข้อมูลที่จะทำการเทรนในแบบจำลองโดยในที่นี้จะตั้งชื่อคลาสของเปลวไฟขนาดเล็กว่า “**Beginning**” ตั้งชื่อคลาสของกลุ่มควันไฟว่า “**Smoke**” และตั้งชื่อกลุ่มของเปลวไฟลุกลามว่า “**Burning**” โดยสามารถตั้งค่าป้ายได้ที่ไฟล์ Predefined_Classed.txt ที่จัดเก็บอยู่ในโฟลเดอร์ Data ภายในโฟลเดอร์ของโปรแกรม LabelImg ดังรูปที่ 3.6 หลังจากนั้นให้ทำการบันทึก



รูปที่ 3.6 การตั้งค่าป้ายชื่อภายโปรแกรม LabelImg

ขั้นตอนที่ 3

ทำการเปิดใช้งานโปรแกรม LabelImg คลิกไปที่ปุ่ม Open Dir ดังรูปที่ 3.7 แล้วทำการเปิดไปที่โฟลเดอร์ Images ที่เก็บรูปภาพของชุดข้อมูล

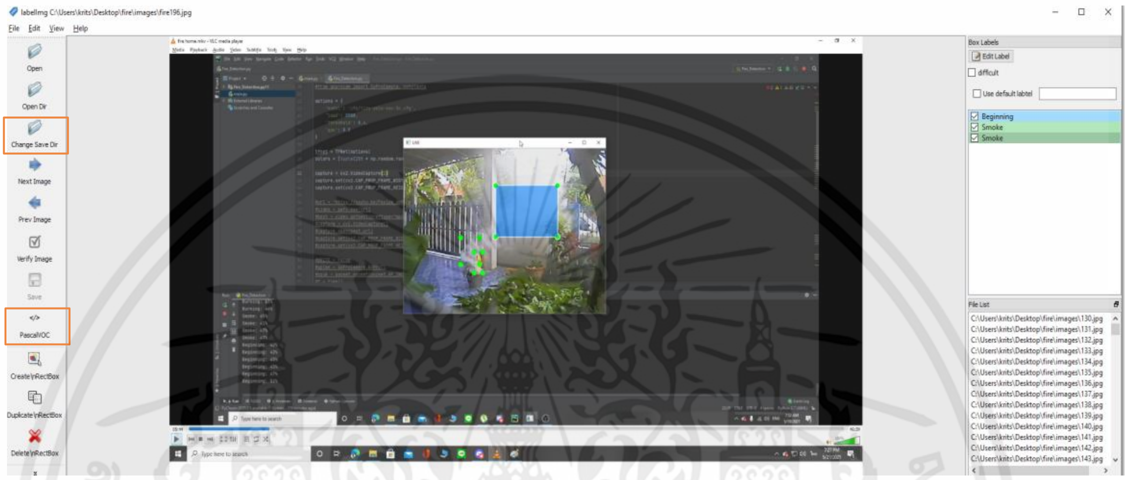


รูปที่ 3.7 การเปิดใช้งานโปรแกรม LabelImg

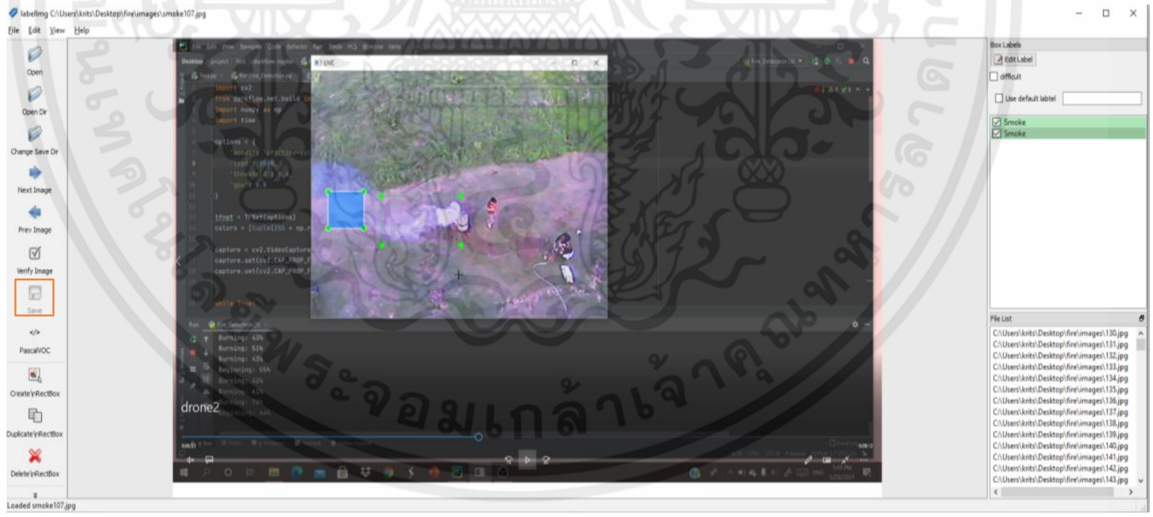
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4

ทำการคลิกไปที่ปุ่ม Change Save Dir เสียก่อนเพื่อเลือกโฟลเดอร์ที่ใช้สำหรับเก็บคำอธิบายคุณลักษณะ (Feature) ของรูปภาพภายในชุดข้อมูลโดยเลือกไปที่โฟลเดอร์ Annotations ที่ได้สร้างเอาไว้ก่อนหน้านี้ แล้วกด Select Folder หลังจากนั้นให้ทำการคลิกไปที่ Change Save Format ให้อยู่ในโหมด PascalVoc ดังรูปที่ 3.8 ก่อนที่จะทำการล้อมกรอบไปที่ส่วนย่อยของรูปภาพที่ต้องการจะทำการเทรน



รูปที่ 3.8 Change Save Format ในโหมด PascalVoc



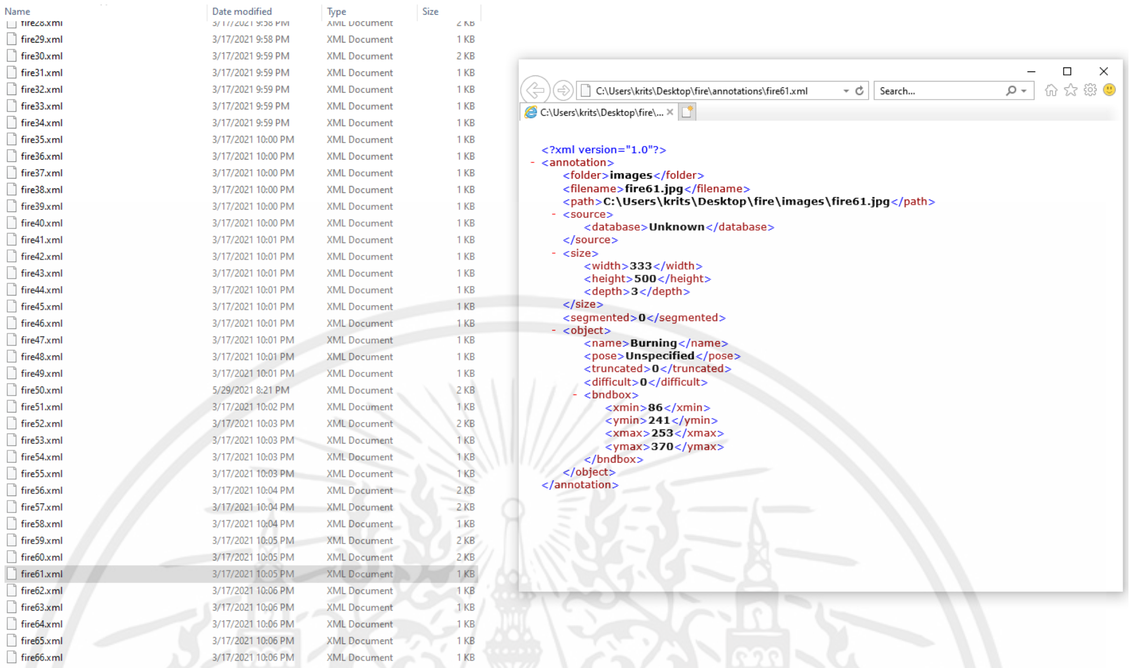
รูปที่ 3.9 การตีกรอบสี่เหลี่ยมรูปภาพ

ขั้นตอนที่ 5

ทำการตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบไปที่ส่วนที่ต้องการจะเทรนไปที่แบบจำลอง โดยกดปุ่ม W บนคีย์บอร์ดเป็นคำสั่งในการตีกรอบแล้วเลือกป้ายชื่อตามคลาสที่ได้ตั้งเอาไว้แล้วทำการคลิกไปที่ปุ่ม Save ดังรูปที่ 3.9 เพื่อเป็นการบันทึกไฟล์ในส่วนของคำที่อธิบายคุณลักษณะของรูปภาพลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโฟลเดอร์ Annotations โดยทำเช่นนี้กับทุกรูปภาพที่อยู่ภายในชุดข้อมูล จึงแสดงผลออกมาดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ลักษณะไฟล์ที่ใช้สำหรับอธิบายคุณลักษณะของรูปภาพ

3.2.2 ขั้นตอนการเทรนแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่ง

ขั้นตอนสำหรับการเทรนแบบจำลองมีดังนี้

รูปที่ 3.11 แบบจำลองสำหรับการเทรนชุดข้อมูล

จากรูปที่ 3.11 สำหรับขั้นตอนการเทรนแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่งเมื่อได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือ YOLO -V2 และทำการเตรียมชุดข้อมูล(Dataset) ที่มีความเหมาะสมเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะทำการนำชุดข้อมูลที่เตรียมไว้มาทำการฝึกฝนให้แก่เครื่องจักรกลซึ่งในที่นี้จะเป็นคอมพิวเตอร์โดยผ่านกระบวนการประมวลผลผ่านแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Convolutional Neuron Network Model) โดยการใช้งานเครื่องมือ YOLO-V2 เมื่อการฝึกฝนเสร็จสิ้นผลที่จะก็คือแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่งสำหรับใช้ในการตรวจจับภาพของไฟที่พร้อมใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u>

ทำการเข้าไปที่โฟลเดอร์ชื่อ cfg ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master แล้วดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Tiny-YoLo-Voc.cfg เพื่อเป็นการปรับแต่งเครื่องมือ YOLO-V2 ให้เหมาะสมสำหรับการเทรนแบบจำลองสำหรับการตรวจจับการเผาไหม้ในที่โล่งที่ชุดข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 3 กลุ่ม โดยให้ไปทำการเปลี่ยนค่าของ Classes ที่อยู่ในส่วนสุดท้ายให้มีค่าเท่ากับ 3 ดังรูปที่ 3.12

```
[region]
anchors = 1.08,1.19,  3.42,4.41,  6.63,11.38,  9.42,5.11,  16.62,10.52
bias_match=1
classes=3
coords=4
num=5
softmax=1
jitter=.2
rescore=1

object_scale=5
noobject_scale=1
class_scale=1
coord_scale=1

absolute=1
thresh = .5
random=1
```

รูปที่ 3.12 การเปลี่ยนค่าของ Classes

https://github.com/thtrieu/darkflow

README.md

Training on your own dataset

The steps below assume we want to use tiny YOLO and our dataset has 3 classes

1. Create a copy of the configuration file `tiny-yolo-voc.cfg` and rename it according to your preference `tiny-yolo-voc-3c.cfg` (It is crucial that you leave the original `tiny-yolo-voc.cfg` file unchanged, see below for explanation).
2. In `tiny-yolo-voc-3c.cfg`, change classes in the [region] layer (the last layer) to the number of classes you are going to train for. In our case, classes are set to 3.

```
...

[region]
anchors = 1.08,1.19,  3.42,4.41,  6.63,11.38,  9.42,5.11,  16.62,10.52
bias_match=1
classes=3
coords=4
num=5
softmax=1

...
```

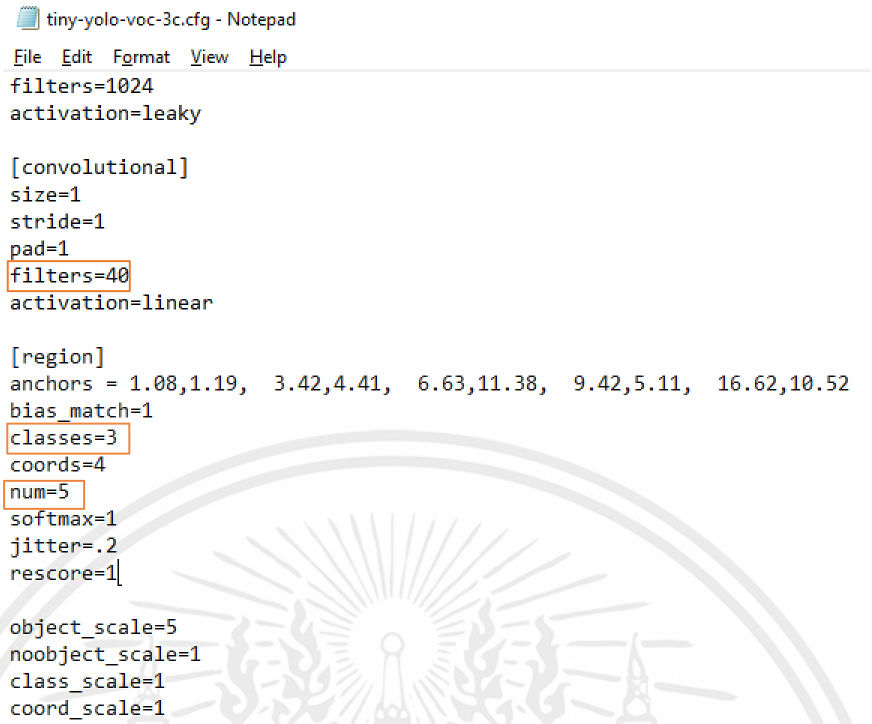
3. In `tiny-yolo-voc-3c.cfg`, change filters in the [convolutional] layer (the second to last layer) to num * (classes + 5). In our case, num is 5 and classes are 3 so 5 * (3 + 5) = 40 therefore filters are set to 40.

```
...

[convolutional]
size=1
stride=1
pad=1
filters=40
activation=linear

[region]
anchors = 1.08,1.19,  3.42,4.41,  6.63,11.38,  9.42,5.11,  16.62,10.52

...
```

4. Change `labels.txt` to include the label(s) you want to train on (number of labels should be the same as the number of classes you set in `tiny-yolo-voc-3c.cfg` file). In our case, `labels.txt` will contain 3 labels.

รูปที่ 3.13 การเปลี่ยนค่า Filters ที่อยู่ในส่วนของ [Convolution]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




```
filters=1024
activation=leaky

[convolutional]
size=1
stride=1
pad=1
filters=40
activation=linear

[region]
anchors = 1.08,1.19,  3.42,4.41,  6.63,11.38,  9.42,5.11,  16.62,10.52
bias_match=1
classes=3
coords=4
num=5
softmax=1
jitter=.2
rescore=1

object_scale=5
noobject_scale=1
class_scale=1
coord_scale=1
```

รูปที่ 3.14 กำหนดค่า Num ให้มีค่าเท่ากับ 5 และค่าของ Classes มีค่าเท่ากับ 3

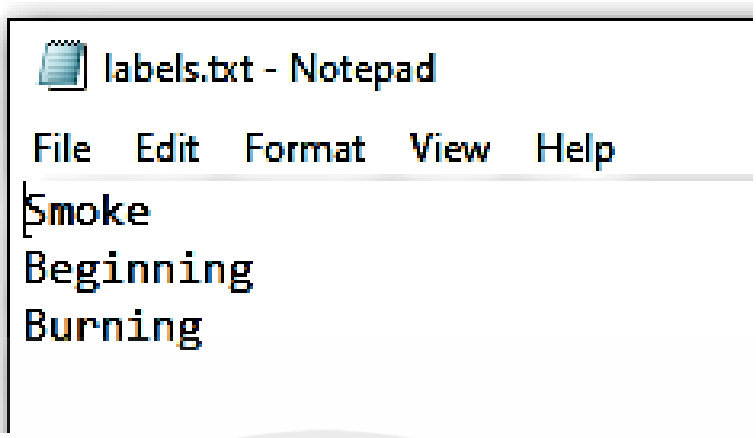
<u>ขั้นตอนที่ 2</u>

เปลี่ยนค่า Filters ที่อยู่ในส่วนของ Convolution ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่เหนือส่วนของ Region ที่ทำการเปลี่ยนค่าของ Classes ก่อนหน้านี้โดยค่าของ Filters จะมีค่าเท่ากับ Num*(Classes+5) ดังรูปที่ 3.13 ตามที่ได้กล่าวไว้ในคู่มือ https://github.com/thtrieu/darkflow โดยค่า Num มีค่าเท่ากับ 5 และค่าของ Classes มีค่าเท่ากับ 3 ดังรูปที่ 3.14 ดังนั้นค่าของ Filters จะมีค่าเท่ากับ 40 เมื่อตั้งค่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้ทำการบันทึกพร้อมทั้งเปลี่ยนชื่อไฟล์เป็น tiny-yolo-voc-3c.cfg

<u>ขั้นตอนที่ 3</u>

ดับเบิลคลิกไปที่ไฟล์ Labels.txt ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master แล้วใส่ชื่อป้ายชื่อตามที่ได้ตั้งไว้ก่อนหน้า ได้แก่ Beginning, Smoke และ Burning ดังรูปที่ 3.15 แล้วทำการบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

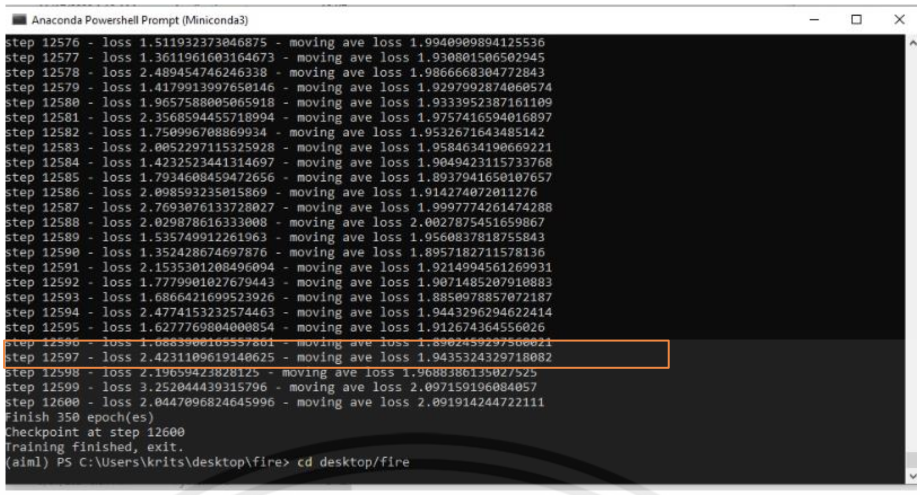


รูปที่ 3.15 ไฟล์ Labels.txt

รูปที่ 3.16 การกำหนดค่า Epoch ในโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt

รูปที่ 3.17 เริ่มสถานะการเทรนโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



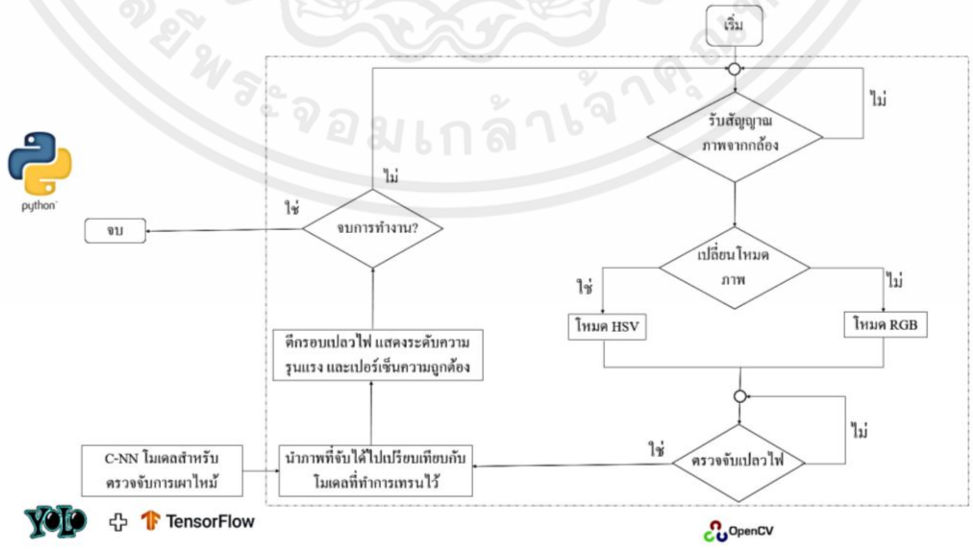
```
Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
step 12576 - loss 1.511932373046875 - moving ave loss 1.9940909894125536
step 12577 - loss 1.3611961603164673 - moving ave loss 1.930801506502945
step 12578 - loss 2.489454746246338 - moving ave loss 1.9866668304772843
step 12579 - loss 1.4179913997650146 - moving ave loss 1.9297992874060574
step 12580 - loss 1.9657588005065918 - moving ave loss 1.9333952387161109
step 12581 - loss 2.3568594455718994 - moving ave loss 1.9757416594016897
step 12582 - loss 1.750996708869934 - moving ave loss 1.9532671643485142
step 12583 - loss 2.0052297115325928 - moving ave loss 1.9584634190669221
step 12584 - loss 1.4232523441314697 - moving ave loss 1.9049423115733768
step 12585 - loss 1.7934608459472656 - moving ave loss 1.8937941650107657
step 12586 - loss 2.098593235015869 - moving ave loss 1.914274072011276
step 12587 - loss 2.7693076133728027 - moving ave loss 1.9997774261474288
step 12588 - loss 2.029878616333008 - moving ave loss 2.0027875451659867
step 12589 - loss 1.535749912261963 - moving ave loss 1.9560837818755843
step 12590 - loss 1.352428674697876 - moving ave loss 1.8957182711578136
step 12591 - loss 2.1535301208496094 - moving ave loss 1.9214994561269931
step 12592 - loss 1.7779901027679443 - moving ave loss 1.9071485207910883
step 12593 - loss 1.6866421699523926 - moving ave loss 1.8850978857072187
step 12594 - loss 2.4774153232574463 - moving ave loss 1.9443296294622414
step 12595 - loss 1.6277769804000854 - moving ave loss 1.912674364556026
step 12596 - loss 1.6883900165557861 - moving ave loss 1.8902459297560021
step 12597 - loss 2.4231109619140625 - moving ave loss 1.9435324329718082
step 12598 - loss 2.19659423828125 - moving ave loss 1.9688386135027525
step 12599 - loss 3.252044439315796 - moving ave loss 2.097159196084057
step 12600 - loss 2.0447096824645996 - moving ave loss 2.091914244722111
Finish 350 epoch(es)
Checkpoint at step 12600
Training finished, exit.
(aiml) PS C:\Users\krits\desktop\fire> cd desktop/fire
```

รูปที่ 3.18 สถานะการเทรนโมเดลที่มีการสูญเสีย

<u>ขั้นตอนที่ 4</u>

ไปที่โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt แล้วชี้ไปยังไดเรกทอรี่ที่โฟลเดอร์ Darkflow-Master อยู่แล้วใช้คำสั่งดังรูปที่ 3.16 เพื่อเริ่มต้นทำการเทรนแบบจำลองสำหรับการตรวจจับการเผาไหม้ในที่โล่งสำหรับค่า Epoch จะเป็นจำนวนครั้งในการป้อนชุดข้อมูลที่เตรียมไว้เข้าไปในกระบวนการ Deep Learning ซึ่งมีลักษณะเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเรียงต่อกันหากกำหนด ให้ Epoch มีค่าน้อยจะทำให้มีความแม่นยำในการตรวจจับที่ต่ำแต่จะใช้เวลาสำหรับการเทรนแบบจำลองที่นานขึ้นในทางกลับกันหากกำหนดให้ Epoch มีค่ามากจะให้แบบจำลองมีความแม่นยำในการตรวจจับมากขึ้น แต่จะทำให้ใช้เวลาในการเทรนแบบจำลองนานขึ้น ซึ่งจะกำหนดค่าของ Epoch ให้เท่ากับ 350 จากนั้นเริ่มทำการเทรนโมเดล ดังรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18 ตามลำดับ

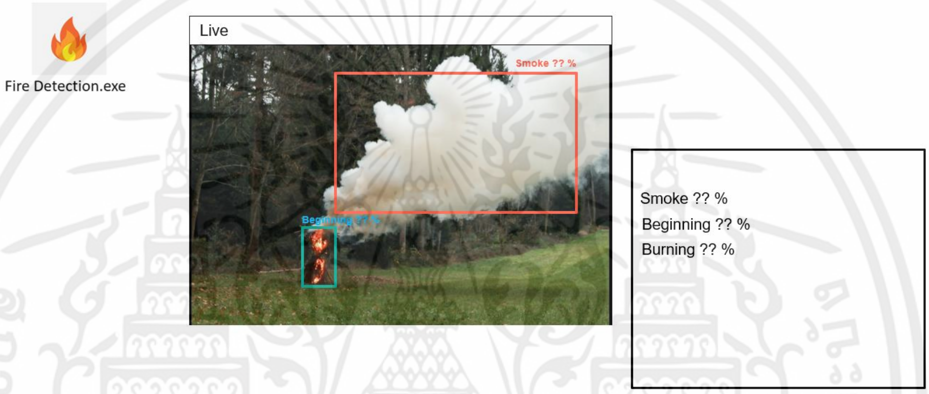
3.3 ระบบตรวจจับภาพการเผาไหม้ด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง



รูปที่ 3.19 โฟว์ชาตการตรวจจับภาพการเผาไหม้ด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.19 เป็นโฟว์ชาตการตรวจจับภาพการเผาไหม้ด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง โดยการทำงานคือ เริ่มต้นรับสัญญาณภาพจากกล้องโดยสามารถเลือกเปลี่ยนโหมดภาพแบบ RGB และ HSV ได้โดยโหมด HSV จะเหมาะสมในเวลาตอนกลางคืนเนื่องจากเป็นการผสมค่าสี ค่าความอิ่มตัวของสี และค่าความสว่างของภาพ จากนั้นค้นหาจุดภาพการเผาไหม้ระดับควันไฟและเปลวไฟเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับโมเดลแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่งที่พร้อมใช้งานซึ่งโมเดลแบบจำลองจะใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN Algorithm) มาคัดแยกภาพและทำการตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบบริเวณที่เกิดการควันไฟหรือเปลวไฟ พร้อมทั้งบอกร้อยละความแม่นยำและประเภทความรุนแรง ซึ่งจะมี 3 ระดับ คือ Beginning สถานะเริ่มต้น Smoke กลุ่มควันไฟและ Burning กลุ่มเปลวไฟลุกลามขนาดใหญ่ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ตัวอย่างการแสดงสถานะการตรวจจับการเผาไหม้ในที่โล่ง

3.3.1 การออกแบบแอปพลิเคชันแสดงผลข้อมูล

โดยแอปพลิเคชันที่ออกแบบจะมีสัญลักษณ์เป็นรูปเปลวไฟนามสกุล .exe โดยจะใช้ชื่อว่า Live และมีขั้นตอนสำหรับการออกแบบแอปพลิเคชันมีดังนี้

รูปที่ 3.21 โปรแกรม Pycharm

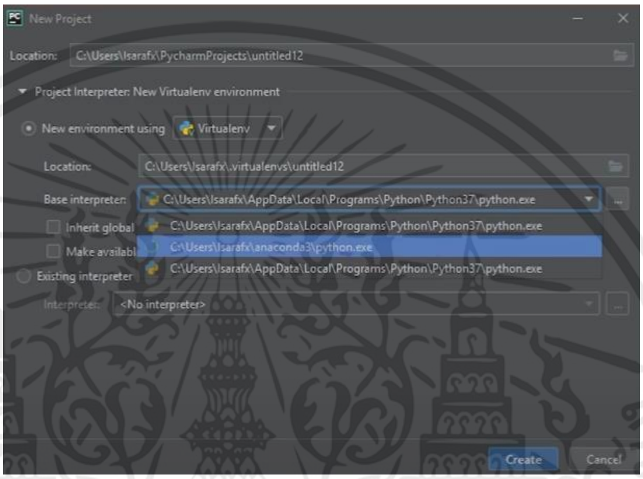
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1

เปิดการใช้งานโปรแกรม Pycharm สำหรับเขียนโค้ดเพื่อทำการพัฒนาแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 3.21

ขั้นตอนที่ 2

กำหนดให้โปรแกรมทำการเขียนโค้ดโดยใช้ภาษา Python 3.7.9 ที่ได้ทำการติดตั้งไว้ก่อนหน้า ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การสร้าง New Project สำหรับออกแบบแอปพลิเคชัน

*Fire_Detection.py - Notepad

File Edit Format View Help

```
import cv2
from darkflow.net.build import TFNet
import numpy as np
import time

options = {
    'model': 'cfg/tiny-yolo-voc-3c.cfg',
    'load': 12600,
    'threshold': 0.4
}

tfnet = TFNet(options)
colors = [tuple(255 * np.random.rand(3)) for _ in range(10)]

capture = cv2.VideoCapture(0)
capture.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 920)
capture.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 640)

while True:
    stime = time.time()
    ret, frame = capture.read()

    if ret:
        results = tfnet.return_predict(frame)
        if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('z'):
            frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)
        for color, result in zip(colors, results):
            tl = (result['topleft']['x'], result['topleft']['y'])
            br = (result['bottomright']['x'], result['bottomright']['y'])
            label = result['label']
            confidence = result['confidence']
            text = '{}: {:.0f}%'.format(label, confidence * 100)
            frame = cv2.rectangle(frame, tl, br, color, 5)
            frame = cv2.putText(
                frame, text, tl, cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 1, (0, 0, 0), 2)
            print(text)
        cv2.imshow('LIVE', frame)

    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

capture.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

รูปที่ 3.23 โค้ดที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3

ทำการเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้ในแบบจำลองโค้ดคำสั่ง ดังรูปที่ 3.23

ขั้นตอนที่ 4

ทำการตั้งชื่อและทำการบันทึกไฟล์เข้าไปภายในโฟลเดอร์ Darkflowmaster และใช้ชื่อว่า Fire_Detection.py

ขั้นตอนที่ 5

ทำการติดตั้งไลบรารี่ Pyinstaller เพื่อใช้สำหรับแปลงจากโปรแกรมที่พัฒนากลายเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานบนคอมพิวเตอร์ได้ โดยไปที่โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt แล้วใช้คำสั่งดังรูปที่ 3.24

```
Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
(base) PS C:\Users\krits> conda install -c conda-forge pyinstaller
```

รูปที่ 3.24 คำสั่งที่ใช้ในการติดตั้งไลบรารี่ Pyinstaller

ขั้นตอนที่ 6

ไปยังที่อยู่ของไฟล์ Fire_Detection.py ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master จากนั้นใช้คำสั่งดังรูปที่ 3.25 สำหรับการแปลงไฟล์ของโปรแกรมเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้บนคอมพิวเตอร์

```
Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
(base) PS C:\Users\krits> cd desktop/darkflow-master
(base) PS C:\Users\krits\desktop\darkflow-master> pyinstaller Fire_Detection.py
```

รูปที่ 3.25 คำสั่งที่ใช้สำหรับการแปลงโปรแกรมให้กลายเป็นแอปพลิเคชัน

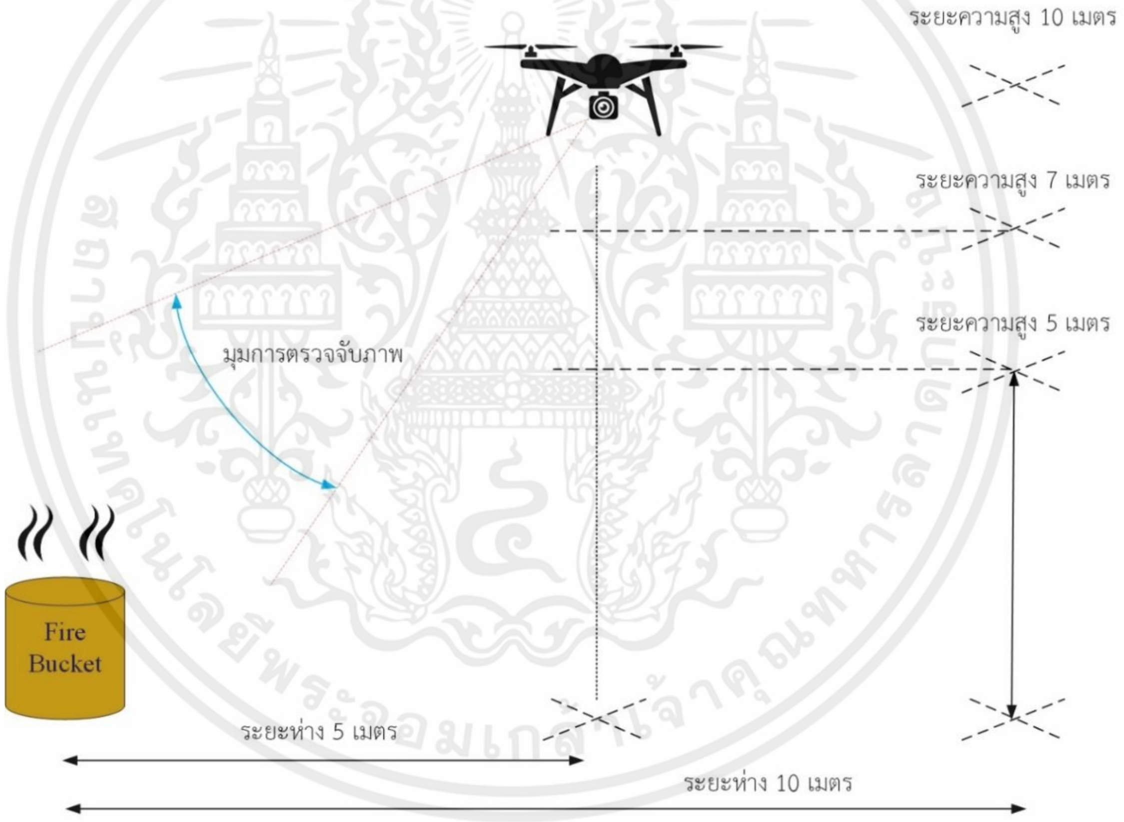
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองได้ทำการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ในที่โล่งทั้งในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน โดยจะกำหนดให้อากาศยานไร้คนขับมีระยะห่างในการตรวจจับภาพการเผาไหม้ที่ 5 เมตร และ 10 เมตร รวมถึงกำหนดความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 3 ระดับ ได้แก่ 5 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ ดังที่แสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แบบจำลองการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การเตรียมทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. อากาศยานไร้คนขับรุ่น DJI Matrice 200
2. กล้องถ่ายภาพ Full HD
3. โมดูลไร้สายรับ-ส่งข้อมูลที่ย่านความถี่ 5.8 GHz
4. ถังจำลองการเผาไหม้
5. เชื้อเพลิงที่ใช้ เช่น ยางรถยนต์, ขยะมูลฝอยและซากพืชวัสดุทางการเกษตร
6. แบตเตอรี่ LiPo ขนาด 12 โวลต์

รูปที่ 4.2 อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งอุปกรณ์พร้อมสำหรับทำการทดลอง

จากรูปที่ 4.2 อากาศยานไร้คนขับได้ติดตั้งอุปกรณ์ที่พร้อมสำหรับใช้ทำการทดลอง โดยจะติดตั้งกล้องถ่ายภาพ โมดูลไร้สายสำหรับรับ-ส่ง และแบตเตอรี่ที่ทำหน้าป้อนไฟฟ้าให้อุปกรณ์ของอากาศยานไร้คนขับ รวมถึงใช้รีโมตเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศยานไร้คนขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

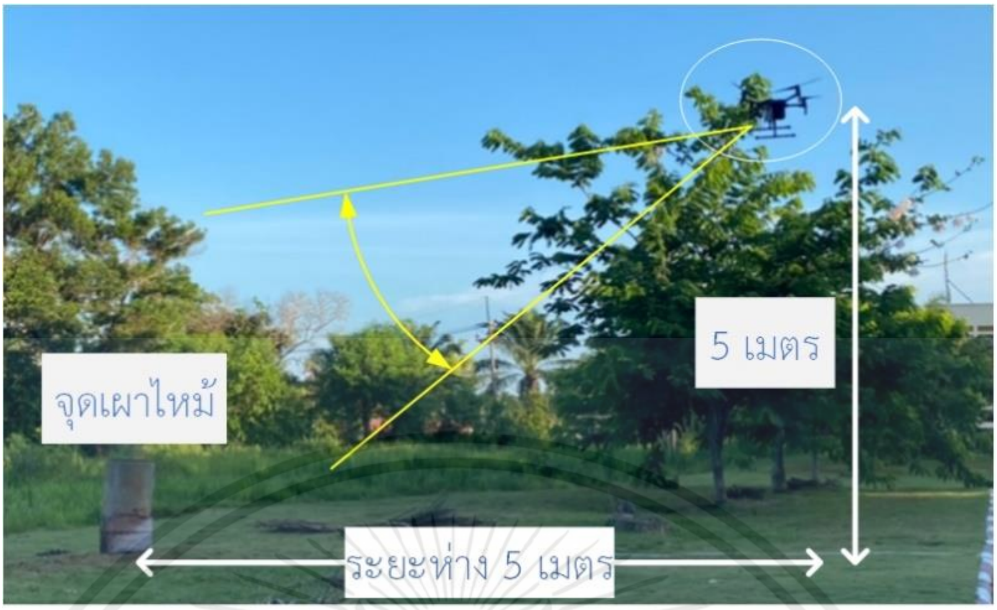
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการเผาในที่โล่ง (ซ้ายมือ) ภาพเปลวไฟ และ (ขวามือ) ภาพควันไฟ

จากรูปที่ 4.3 ตัวอย่างจำลองการเผาไหม้ในที่โล่ง โดยการทดลองแบ่งเป็นเปลวไฟ และควันไฟ

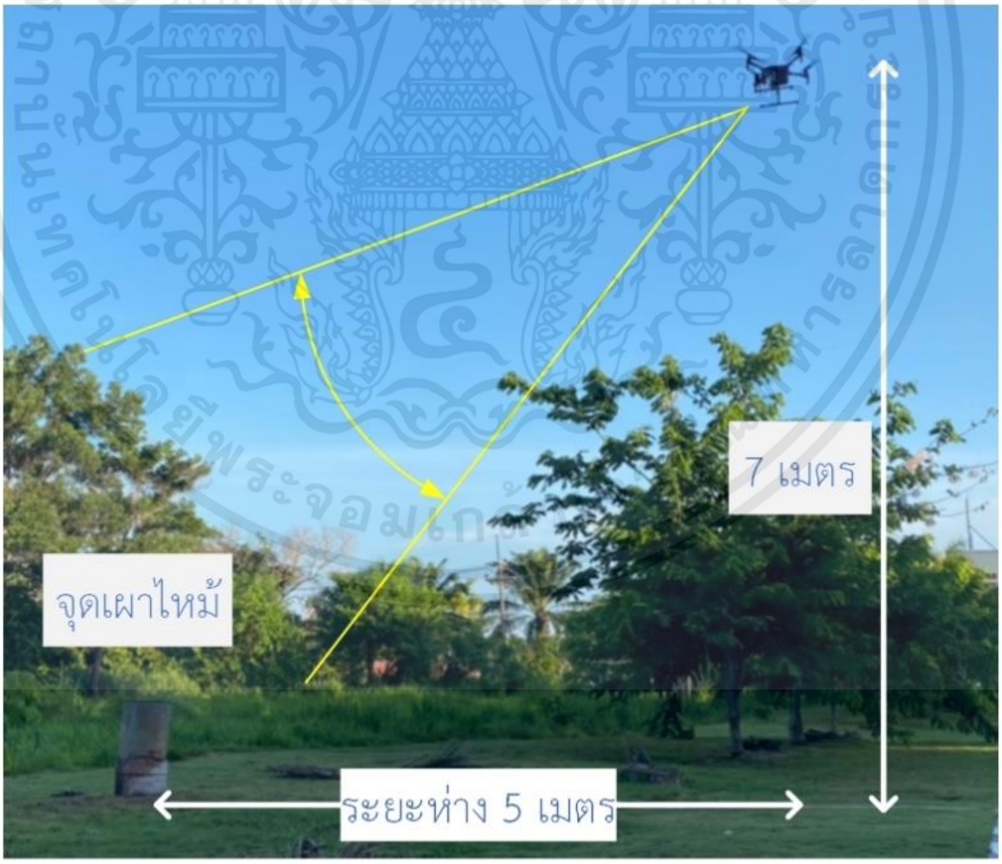
4.1.2 กำหนดขอบเขตการทดลอง

รูปที่ 4.4 – 4.9 เป็นภาพแสดงการวัดระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและตำแหน่งของจุดเผาไหม้รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 5 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับโดยวัตถุประสงค์ของการกำหนดความสูงที่ 5 เมตร คือ เทียบเท่ากับความสูงของต้นไม้และความสูงที่ 7 เมตร คือ เหนือกว่าต้นไม้และความสูง 10 เมตรที่เป็นความสูงสำหรับการบินสำรวจและการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

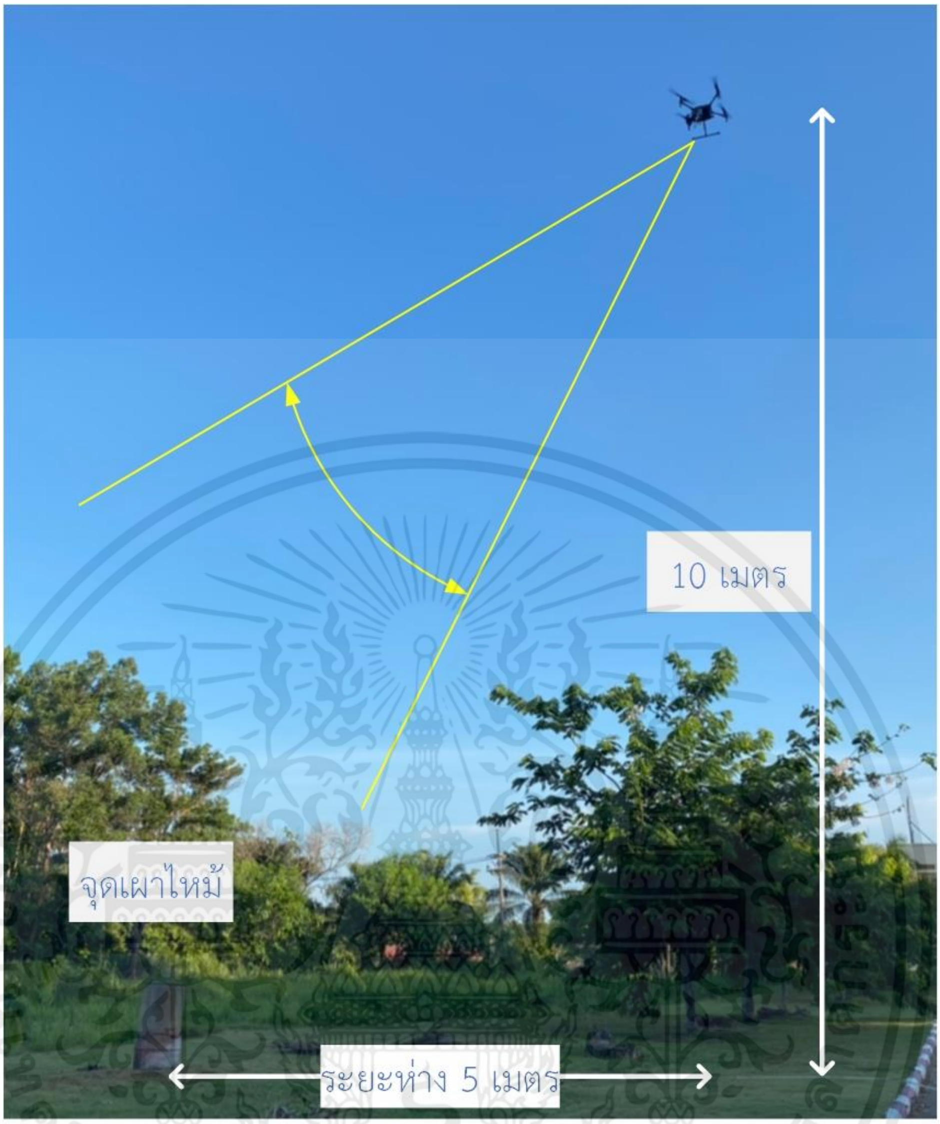


รูปที่ 4.4 การทดลองที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 5 เมตร



รูปที่ 4.5 การทดลองที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 7 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

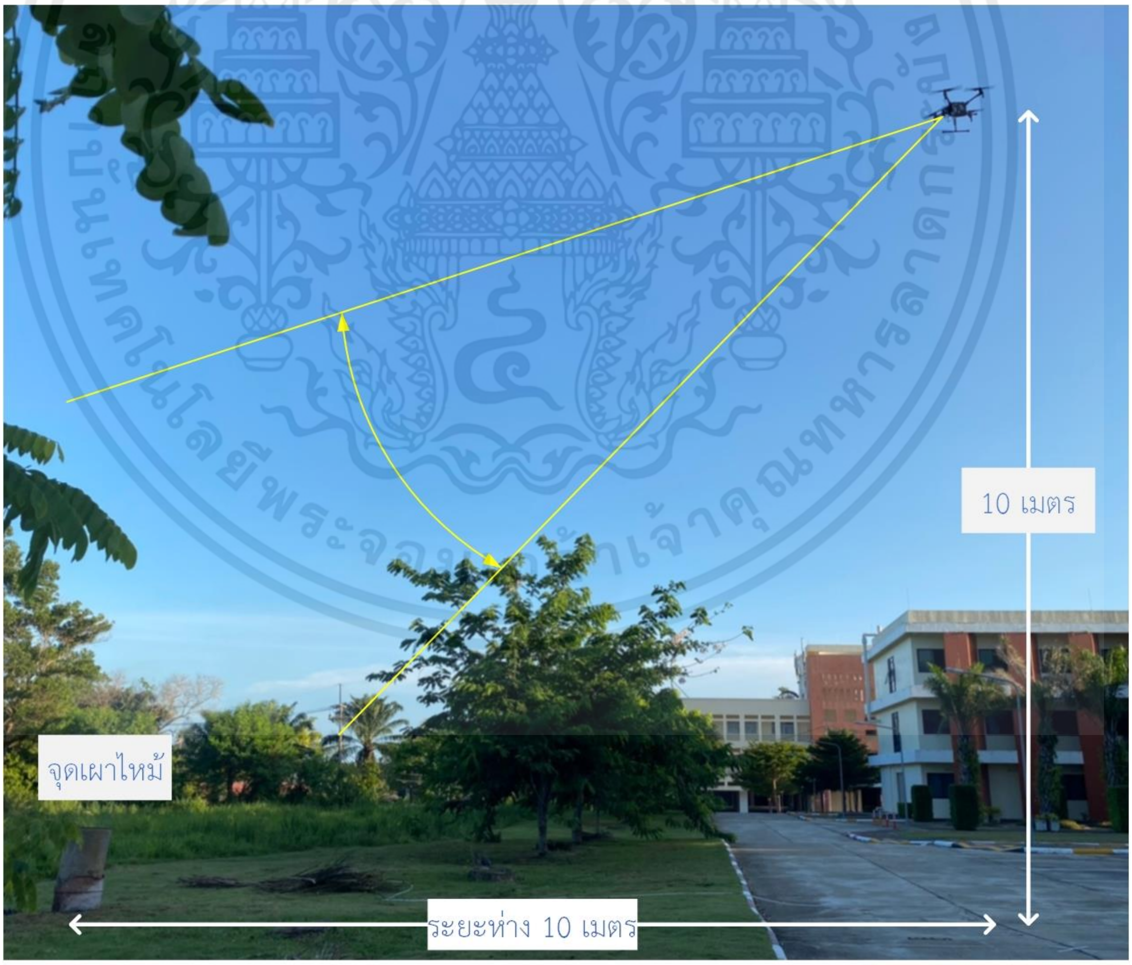


รูปที่ 4.6 การทดลองที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 10 เมตร

รูปที่ 4.7 การทดลองที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 การทดลองที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 7 เมตร



รูปที่ 4.9 การทดลองที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 10 เมตร

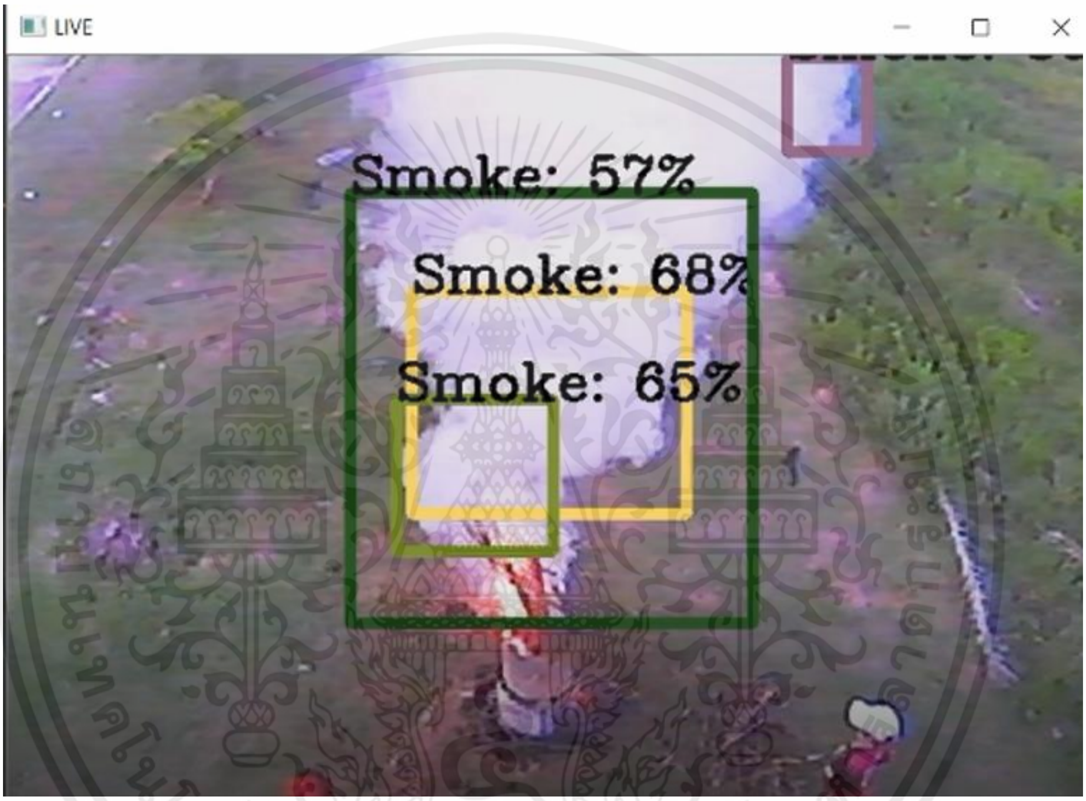
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 กรณีตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 16.00 น.)

ในรูปที่ 4.10 - 4.15 เป็นผลการทดลองในกรณีการตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางวัน เป็นการวัดระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและตำแหน่งของจุดเผาไหม้รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 5 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ

-



รูปที่ 4.10 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 5 เมตร

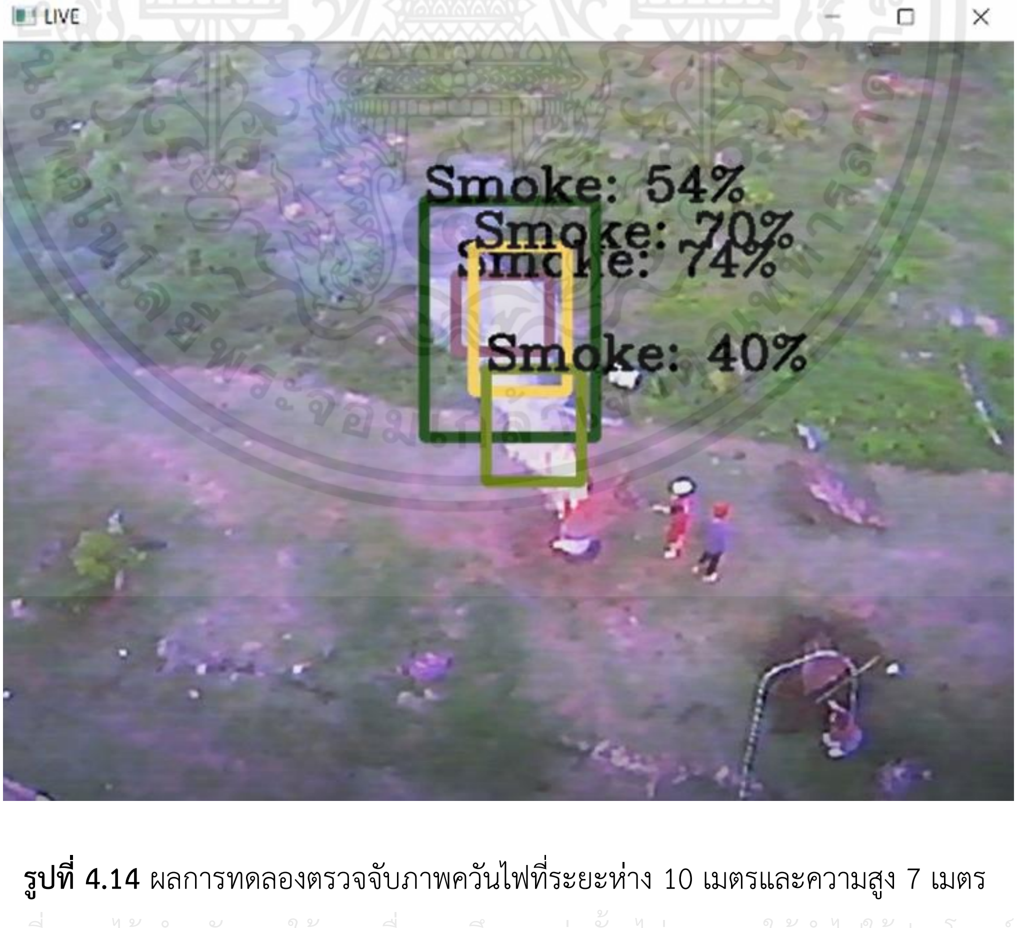
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 7 เมตร

รูปที่ 4.12 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 5 เมตร



รูปที่ 4.14 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 7 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

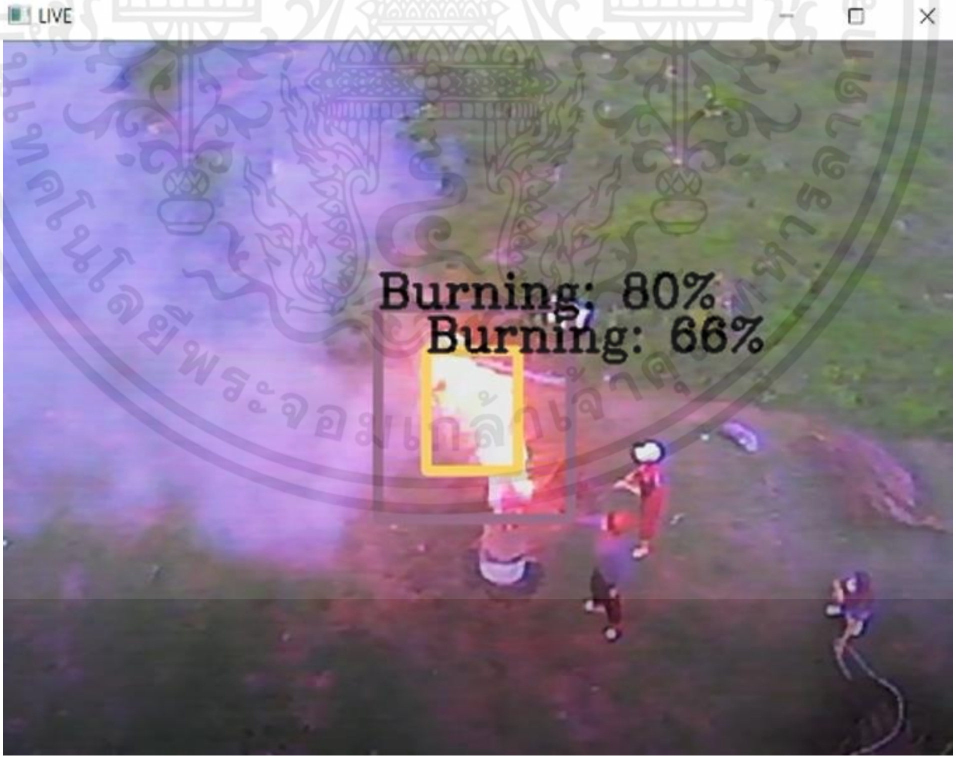
รูปที่ 4.15 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 10 เมตร

4.2.2 กรณีตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 16.00 น.)

ในรูปที่ 4.16 - 4.21 เป็นผลการทดลองในกรณีการตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางวันเป็นการวัดระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและตำแหน่งของจุดเผาไหม้รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 5 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ

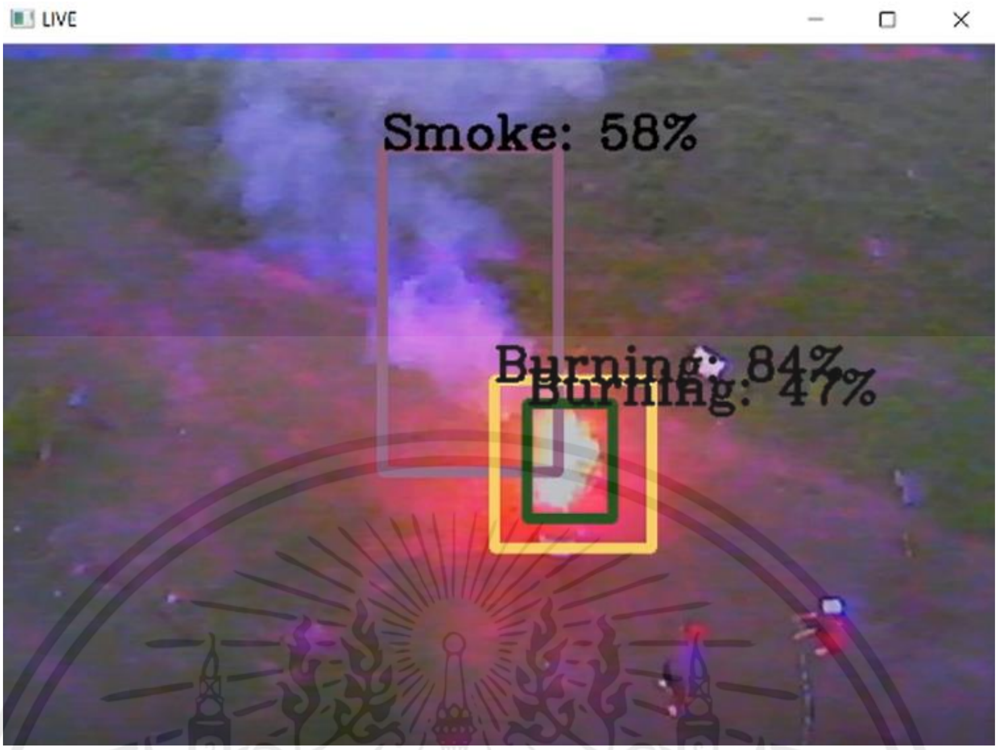
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 5 เมตร

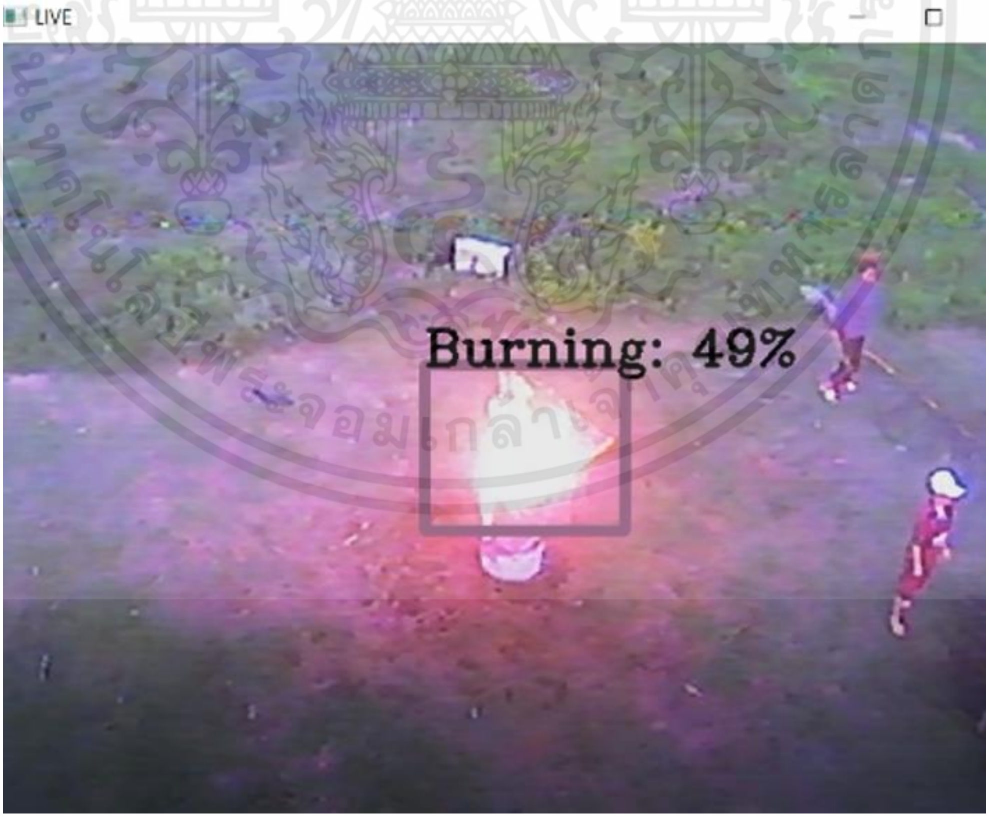


รูปที่ 4.17 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 7 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

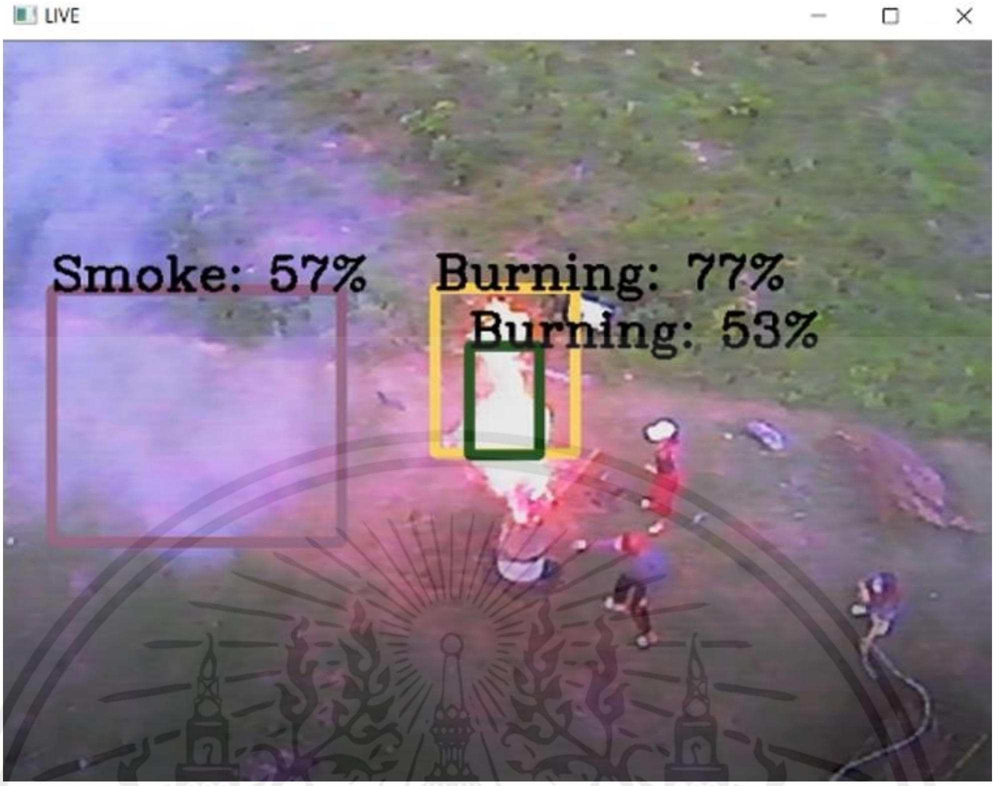


รูปที่ 4.18 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 10 เมตร



รูปที่ 4.19 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



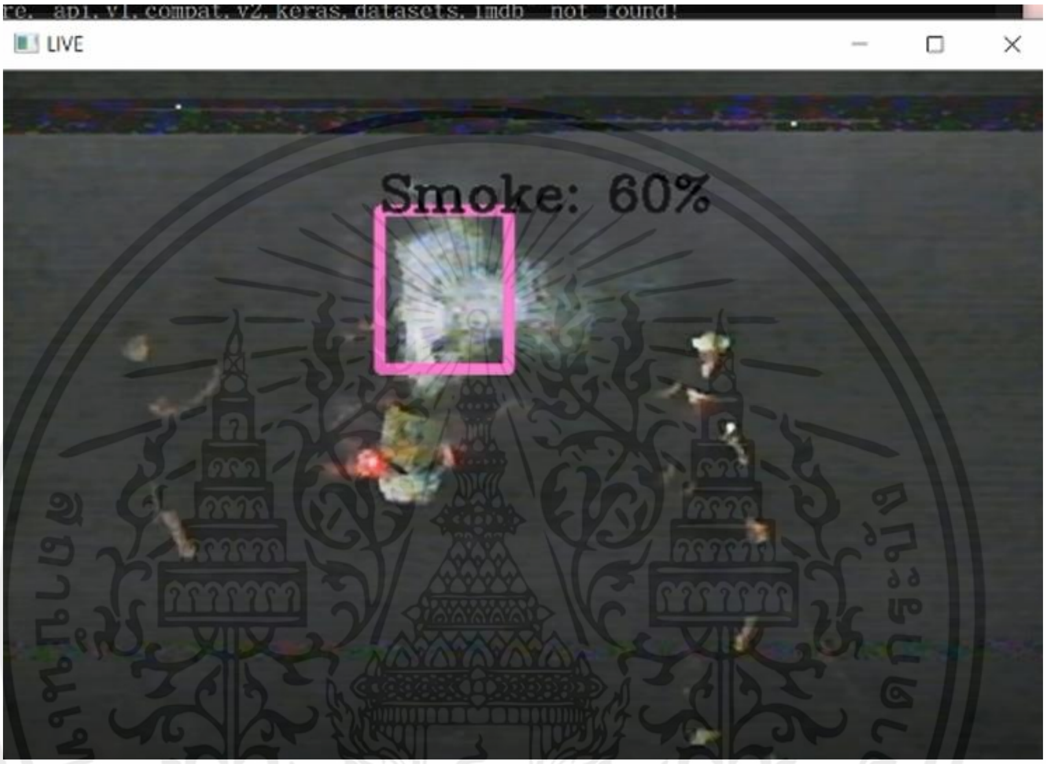
รูปที่ 4.20 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 7 เมตร

รูปที่ 4.21 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

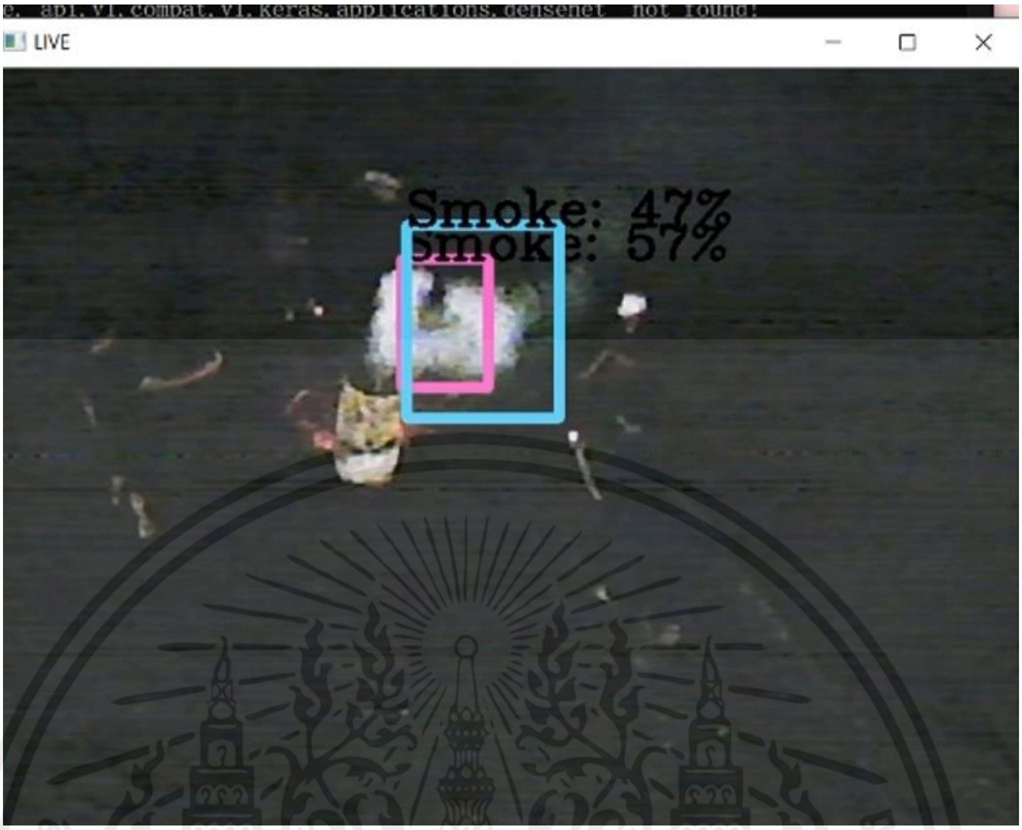
4.2.3 กรณีตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางคืน (ทดลอง ณ เวลา 19.00 น.)

ในรูปที่ 4.22 - 4.27 เป็นผลการทดลองในกรณีการตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางคืนเป็นการวัดระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและตำแหน่งของจุดเผาไหม้รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 5 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ



รูปที่ 4.22 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 5 เมตร

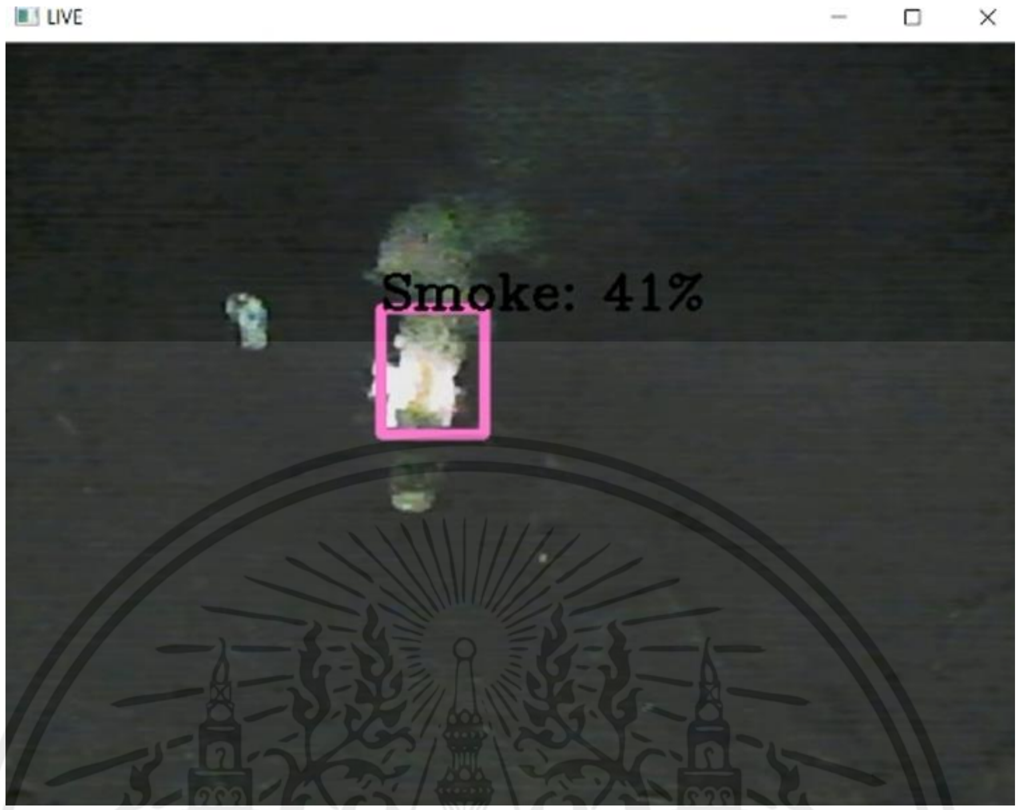
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 7 เมตร

รูปที่ 4.24 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 10 เมตร

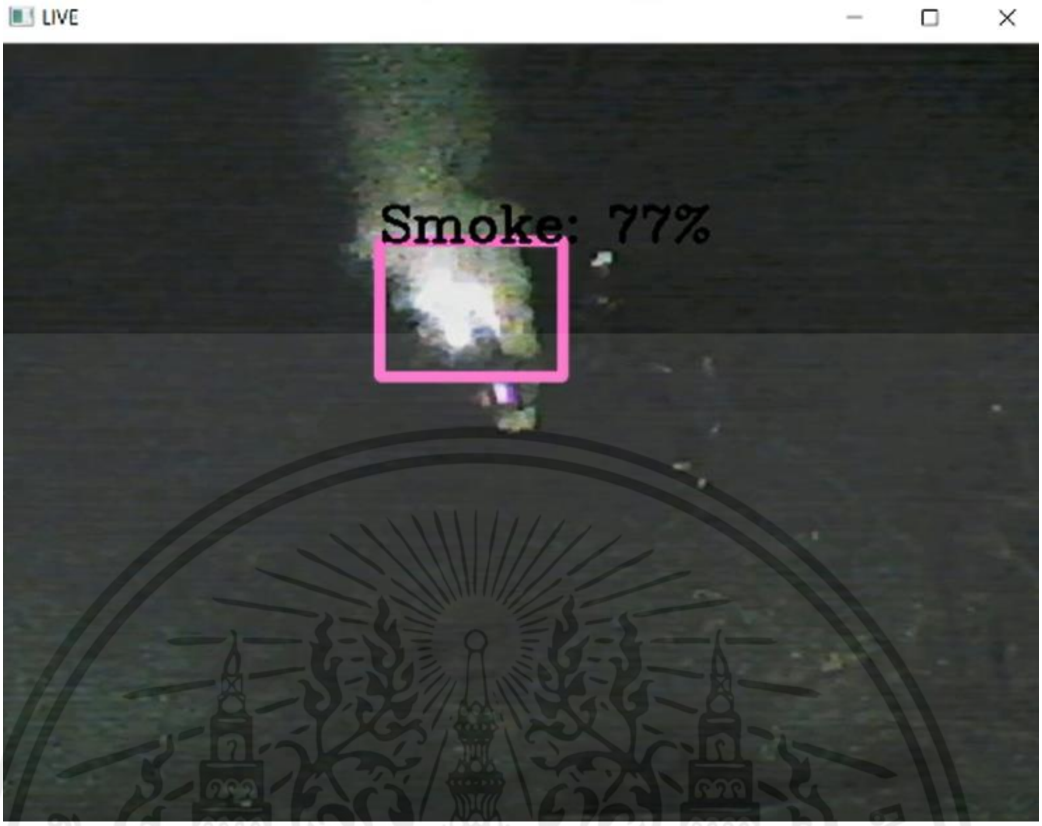
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 5 เมตร

รูปที่ 4.26 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 7 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

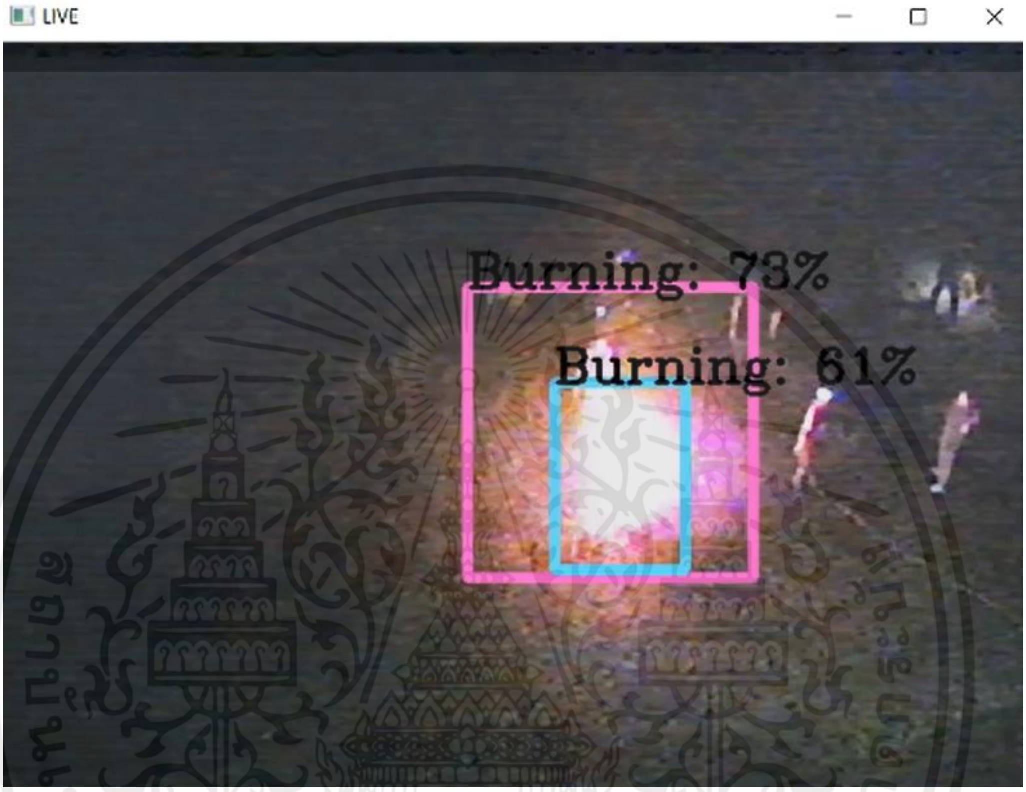


รูปที่ 4.27 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

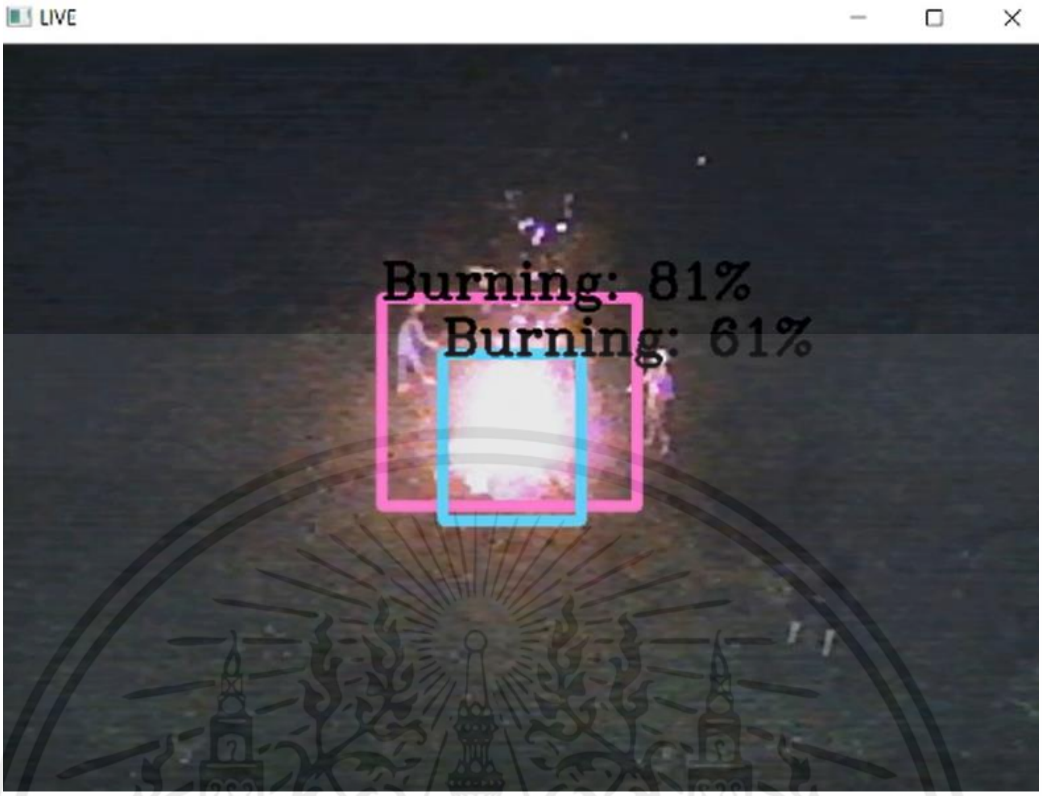
4.2.4 กรณีตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืน (ทดลอง ณ เวลา 19.00 น.)

ในรูปที่ 4.28 - 4.33 เป็นผลการทดลองในกรณีการตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางคืนเป็นการวัดระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและตำแหน่งของจุดเผาไหม้รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 5 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ



รูปที่ 4.28 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 7 เมตร

รูปที่ 4.30 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.31 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 5 เมตร

รูปที่ 4.32 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 7 เมตร

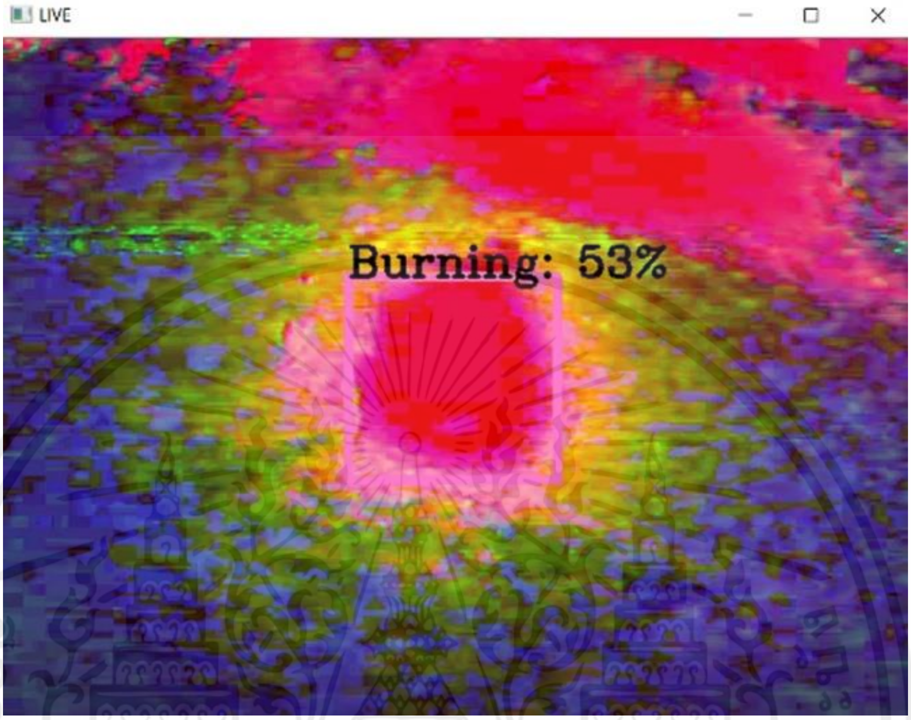
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.33 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 10 เมตรและความสูง 10 เมตร

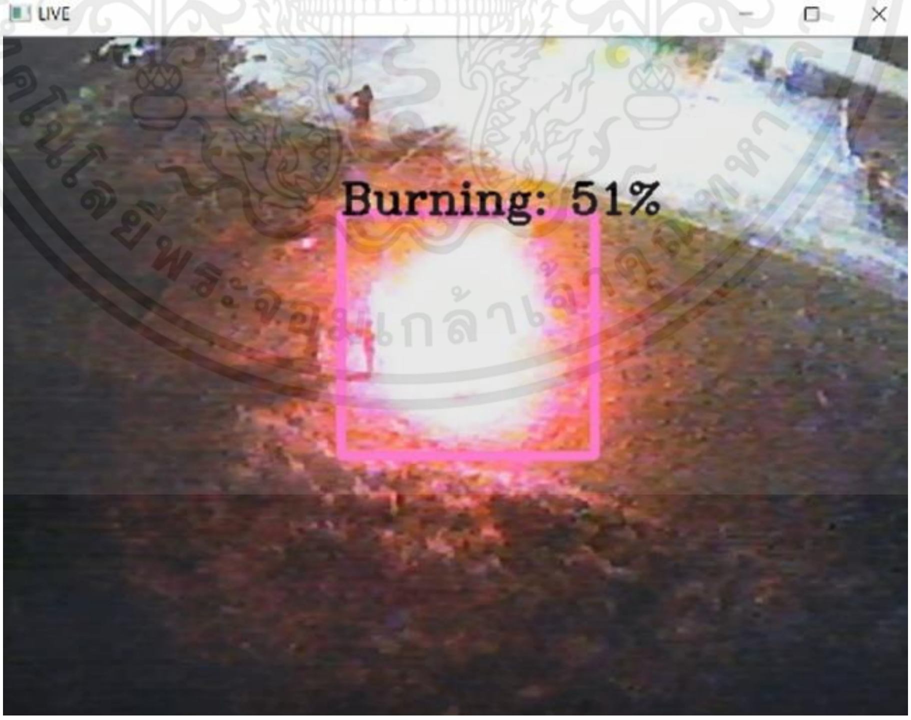
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการเปรียบเทียบโหมดภาพ HSV และ RGB ในเวลากลางคืน

ในรูปที่ 4.34 - 4.35 เป็นผลการทดลองในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความคมชัดและความแม่นยำของโหมดภาพระหว่างโหมด HSV และ โหมด RGB



รูปที่ 4.34 โหมดภาพ HSV สำหรับใช้งานเวลากลางคืน

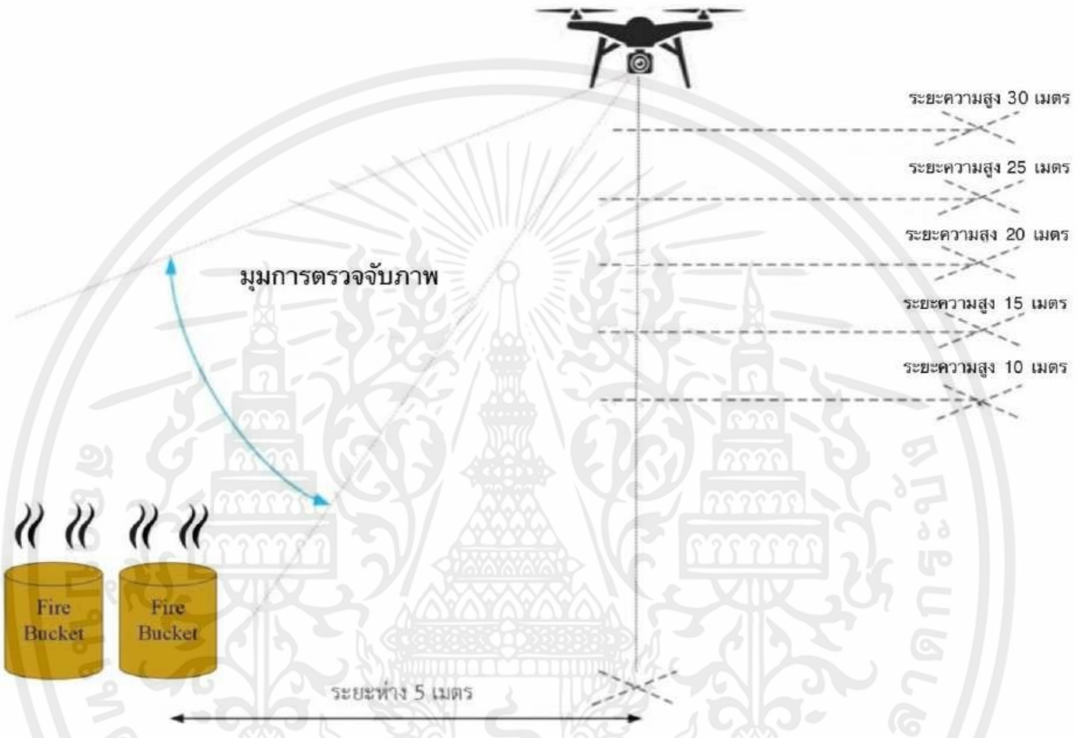


รูปที่ 4.35 โหมดภาพ RGB สำหรับใช้งานเวลากลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขั้นตอนการทดลองกรณีจำลองแหล่งการเผาไหม้ในที่โล่ง 2 จุด

ในการทดลองนี้ ได้ทำการทดลองสถานการณ์การเผาไหม้ในที่โล่งในช่วงเวลากลางวันเพิ่มเติม โดยจะกำหนดให้อากาศยานไร้คนขับที่มีระยะห่างในการตรวจจับภาพการเผาไหม้ที่ 5 เมตร รวมถึงกำหนดความสูงของกาศยานไร้คนขับ โดยมีความสูงทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ 10 เมตร 15 เมตร 20 เมตร 25 เมตร และ 30 เมตร ตามลำดับ



รูปที่ 4.36 แบบจำลองการทดลองกรณีจำลองแหล่งการเผาไหม้ในที่โล่ง 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.37 ตัวอย่างการทดลองกรณีจำลองแหล่งการเผาในที่โล่ง 2 จุด

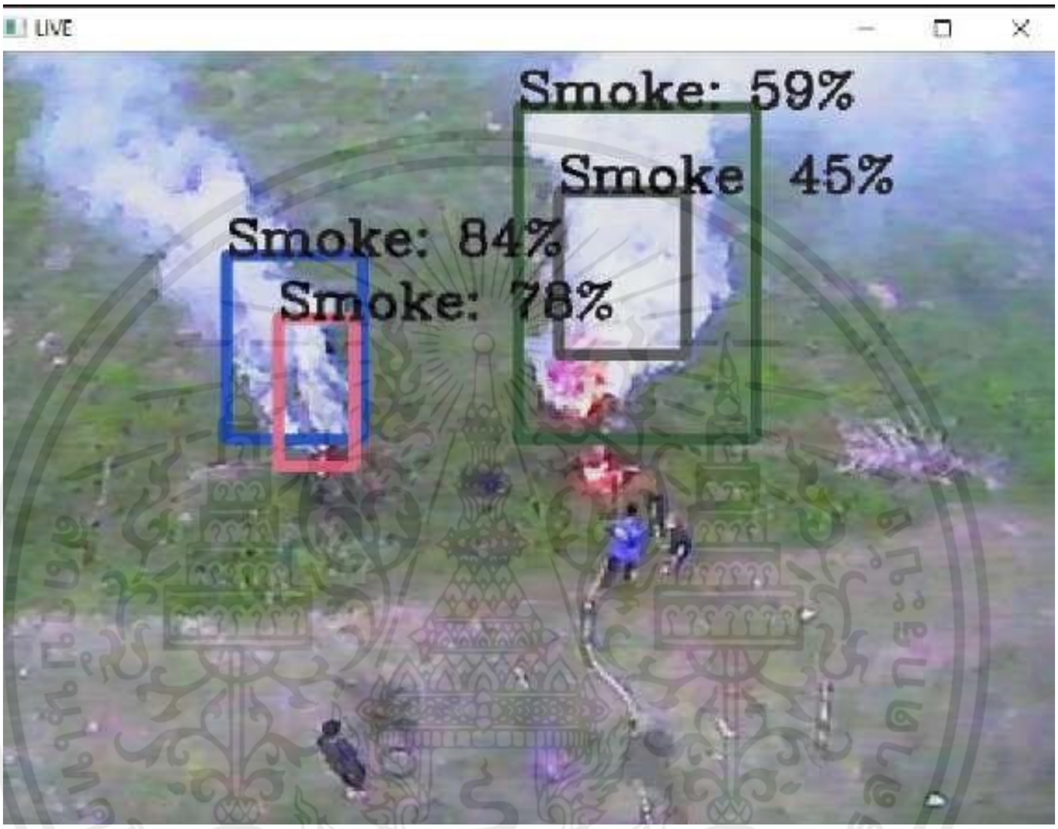
4.4 ผลการทดลองการเผาในที่โล่ง 2 จุด

รูปที่ 4.38 – 4.47 แสดงการวัดระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและตำแหน่งของจุดเผาไหม้ที่รวมทั้งควันไฟและเปลวไฟ ซึ่งมีระยะห่าง 5 เมตร รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 10 เมตร 15 เมตร 20 เมตร 25 เมตร และ 30 เมตร ตามลำดับ โดยวัตถุประสงค์ของการกำหนดความสูง 10 เมตร ซึ่งจะเป็นความสูงที่เหมาะสมสำหรับการบินสำรวจและการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งและได้เพิ่มระยะความสูงโดยมีระยะ 10 เมตร 15 เมตร 20 เมตร 25 เมตร และ 30 เมตร ตามลำดับ เพื่อทดสอบว่ายังสามารถตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งได้แม่นยำหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 กรณีตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 17.00 น.)

จากรูปที่ 4.38 - 4.42 เป็นรูปของผลการทดลองการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ในกรณี 2 จุดตรวจจับควันไฟในช่วงเวลากลางวัน ที่แสดงระยะห่าง 5 เมตร รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 10 เมตร 15 เมตร 20 เมตร 25 เมตร และ 30 เมตร ตามลำดับ



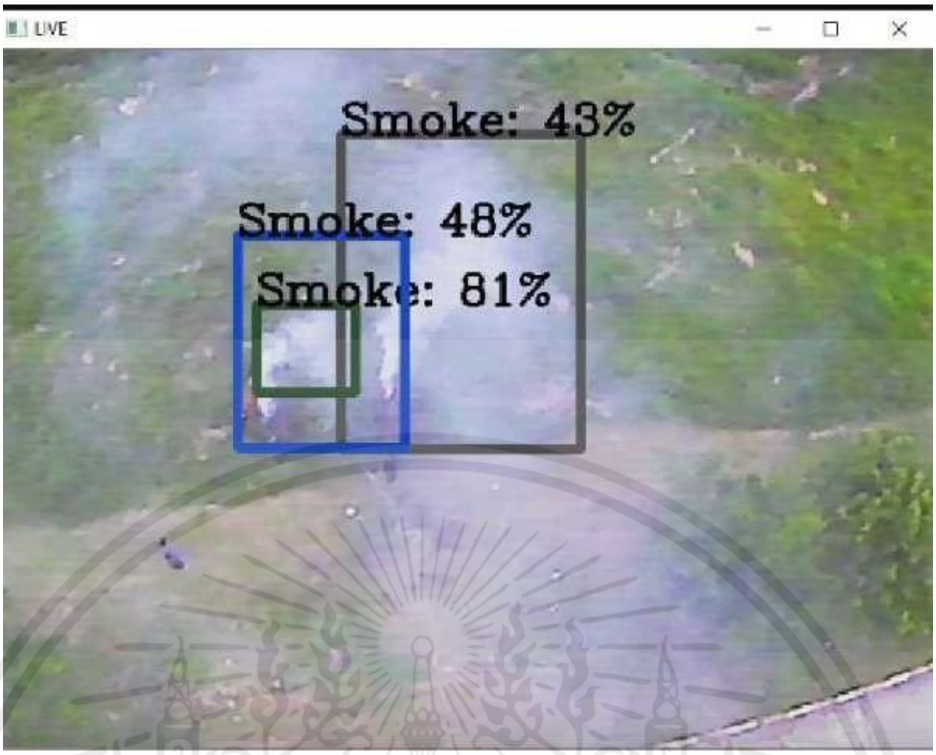
รูปที่ 4.38 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

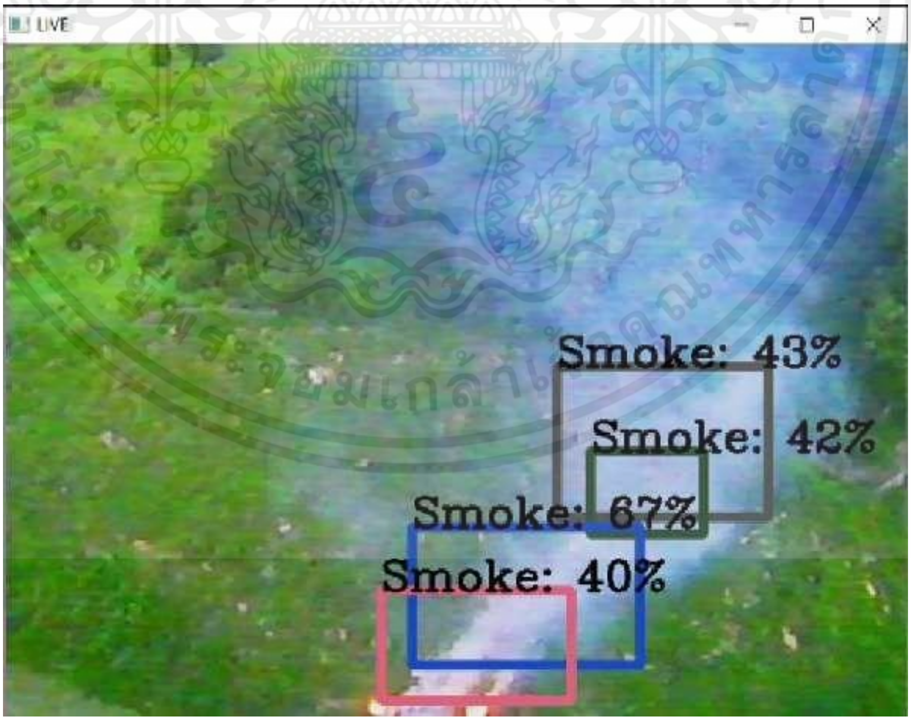
รูปที่ 4.39 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 15 เมตร

รูปที่ 4.40 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 25 เมตร



รูปที่ 4.42 ผลการทดลองตรวจจับภาพควันไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 30 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 กรณีตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางวัน (ทดลอง ณ เวลา 17.00 น.)

จากรูปที่ 4.43 - 4.47 เป็นรูปของผลการทดลองการจำลองสถานการณ์การเผาไหม้ในกรณี 2 จุดตรวจจับเปลวไฟในช่วงเวลากลางวัน ที่แสดงระยะห่าง5เมตร รวมถึงปรับเปลี่ยนระยะความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ความสูง 10 เมตร 15 เมตร 20 เมตร 25 เมตร และ 30 เมตร ตามลำดับ

รูปที่ 4.43 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.44 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 15 เมตร

รูปที่ 4.45 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.46 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 25 เมตร

รูปที่ 4.47 ผลการทดลองตรวจจับภาพเปลวไฟที่ระยะห่าง 5 เมตรและความสูง 30 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้ได้ทำการจำลองสถานการณ์ของการเผาไหม้ในที่โล่ง ทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

การทดลองแบ่งออกเป็น 4 กรณี ได้แก่

1. การตรวจจับภาพควันไฟในเวลากลางวัน
2. การตรวจจับภาพเปลวไฟในเวลากลางวัน
3. การตรวจจับภาพควันไฟในเวลากลางคืน
4. การตรวจจับภาพเปลวไฟในเวลากลางคืน

โดยทำการพิจารณาระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้ที่ระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ และพิจารณาความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ 5 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ซึ่งเหตุผลของลำดับความสูงนี้ ได้แก่ 5 เมตร คือ เทียบเท่ากับความสูงของต้นไม้และความสูงที่ 7 เมตร คือ เหนือกว่าต้นไม้และความสูง 10 เมตร จะเป็นความสูงที่เหมาะสมสำหรับการบินสำรวจและการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่ง

ผลการทดลองสรุปได้ว่า

<u>กรณีที่ 1</u> การตรวจจับภาพควันไฟในเวลากลางวัน จะพบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพควันที่ระยะห่าง 5 เมตร และ 10 เมตร ณ การทดลองที่ความสูง 5 เมตร ได้อย่างต่อเนื่องและมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 78 % ที่ความสูง 7 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 79 % และที่ความสูง 10 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 80 % ตามลำดับ ทั้งนี้ สังเกตได้ว่า เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มุมกล้องกว้างขึ้นและสามารถตรวจจับภาพควันไฟได้แม่นยำขึ้น

<u>กรณีที่ 2</u> การตรวจจับภาพเปลวไฟในเวลากลางวัน ผลทดสอบพบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพควันที่ระยะห่าง 5 เมตร และ 10 เมตร ณ การทดลองที่ความสูง 5 เมตร ได้อย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกันและมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 78 % ที่ความสูง 7 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 80 % และที่ความสูง 10 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 89 % ตามลำดับ ทั้งนี้ สังเกตได้ว่า เมื่อ ความสูงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มุมกล้องกว้างขึ้นและสามารถตรวจจับภาพเปลวไฟได้แม่นยำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 3 การตรวจจับภาพควันไฟในเวลากลางคืน พบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพควันที่ระยะห่าง 5 เมตร และ 10 เมตร ณ การทดลองที่ความสูง 5 เมตรได้อย่างต่อเนื่องแต่ด้วยคุณภาพของกล้องในเวลากลางคืนด้อยกว่าการถ่ายภาพในเวลากลางวันจึงส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 60 % ที่ความสูง 7 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 62 % และที่ความสูง 10 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 76 % ตามลำดับ ทั้งนี้สังเกตได้ว่าเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มุมกล้องกว้างขึ้นและสามารถตรวจจับภาพควันไฟได้แม่นยำขึ้น

กรณีที่ 4 การตรวจจับภาพเปลวไฟในเวลากลางคืน ได้พบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพควันที่ระยะห่าง 5 เมตรและ 10 เมตร ณ การทดลองที่ความสูง 5 เมตร ได้อย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกันโดยมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 79 % ที่ความสูง 7 เมตรมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 82 % และที่ความสูง 10 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 98 % ตามลำดับ ทั้งนี้สังเกตได้ว่าเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มุมกล้องกว้างขึ้นและสามารถตรวจจับภาพเปลวไฟได้แม่นยำขึ้นโดยเฉพาะการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งในเวลากลางคืนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานในโหมด HSV สามารถช่วยให้โมเดลแมชชีนเลินนิ่งทำการตรวจจับภาพการเผาไหม้ได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 5.1 แสดงผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลองที่ระยะห่าง 5 เมตร ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้

ระยะห่าง 5 เมตร	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง (%)			
	กลางวัน		กลางคืน	
	ควันไฟ	เปลวไฟ	ควันไฟ	เปลวไฟ
ความสูง 5 เมตร	78	77	58	77
ความสูง 7 เมตร	79	80	60	80
ความสูง 10 เมตร	83	87	77	96
ค่าความผิดพลาด	100 – 80 = 20	100 – 81 = 19	100 – 65 = 35	100 – 84 = 16

ตารางที่ 5.2 แสดงผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลองที่ระยะห่าง 10 เมตร ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้

ระยะห่าง 10 เมตร	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง (%)			
	กลางวัน		กลางคืน	
	ควันไฟ	เปลวไฟ	ควันไฟ	เปลวไฟ
ความสูง 5 เมตร	80	79	61	81
ความสูง 7 เมตร	78	82	64	84
ความสูง 10 เมตร	81	90	75	98
ค่าความผิดพลาด	100 – 79 = 21	100 – 83 = 17	100 – 66 = 34	100 – 87 = 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเพิ่มเติมกรณีจำลองแหล่งการเผาในที่โล่ง 2 จุด แบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่

1. การตรวจจับภาพควันไฟในเวลากลางวัน
2. การตรวจจับภาพเปลวไฟในเวลากลางวัน

โดยทำการพิจารณาระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้ที่ระยะ 5 เมตร และพิจารณาความสูงของอากาศยานไร้คนขับที่ 10 เมตร 15 เมตร 20 เมตร 25 เมตรและ 30 เมตร ซึ่งเหตุผลของลำดับความสูงนี้ คือ 10 เมตร จะเป็นความสูงที่เหมาะสมสำหรับการบินสำรวจและการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งและได้เพิ่มระยะความสูงโดยมีระยะ 15 เมตร 20 เมตร 25 เมตร และ 30 เมตร ตามลำดับ

กรณีที่ 1 การตรวจจับภาพควันไฟในเวลากลางวัน จะพบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพควันที่ ณ การทดลองที่ระยะ 5 เมตรและความสูง 10 เมตร ได้อย่างต่อเนื่อง และมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 78 % ที่ความสูง 15 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 89 % ที่ความสูง 20 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 78 % ที่ความสูง 25 เมตรมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 82 % และที่ความสูง 30 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 84 % ตามลำดับ ทั้งนี้สังเกตได้ว่าเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มุมกล้องกว้างขึ้นและสามารถตรวจจับภาพควันไฟได้แม่นยำขึ้น

กรณีที่ 2 การตรวจจับภาพเปลวไฟในเวลากลางวัน ผลทดสอบพบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพควันที่ ณ การทดลองที่ระยะ 5 เมตรและความสูง 10 เมตร ได้อย่างต่อเนื่องและมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 84 % ที่ความสูง 15 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 92 % ที่ความสูง 20 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 91 % ที่ความสูง 25 เมตรมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 92 % และที่ความสูง 30 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 95 % ตามลำดับ ทั้งนี้สังเกตได้ว่าเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มุมกล้องกว้างขึ้นและสามารถตรวจจับภาพควันไฟได้แม่นยำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลองระยะความสูง ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้

ระยะห่าง 5 เมตร	**เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง (%)**	**ค่าความผิดพลาด**
	กลางวัน	
	ควันไฟ	
ความสูง 10 เมตร	78	100 – 78 = 22
ความสูง 15 เมตร	89	100 – 89 = 11
ความสูง 20 เมตร	78	100 – 78 = 22
ความสูง 25 เมตร	82	100 – 82 = 18
ความสูง 30 เมตร	84	100 – 84 = 16

ตารางที่ 5.4 แสดงผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของผลการทดลองระยะความสูง ระหว่างอากาศยานไร้คนขับและจุดเผาไหม้

ระยะห่าง5 เมตร	**เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง (%)**	**ค่าความผิดพลาด**
	กลางวัน	
	เปลวไฟ	
ความสูง 10 เมตร	84	100 – 84 = 16
ความสูง 15 เมตร	92	100 – 92 = 8
ความสูง 20 เมตร	91	100 – 91 = 9
ความสูง 25 เมตร	92	100 - 92 = 9
ความสูง 30 เมตร	95	100 – 95 = 5

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของความแม่นยำในการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งทุกๆ กรณี ยังคงมีสาเหตุมาจาก

1. มุมของภาพที่นำมาฝึกฝนของชุดข้อมูลยังไม่มากเพียงพอ ดังนั้น จำเป็นจะต้องนำผลการทดลองไปเก็บภาพของชุดข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของความแม่นยำลง ไปได้

2. คุณภาพของกล้องอาจมีการลดทอนความละเอียดลง จากสภาวะแวดล้อมจริงและระดับกำลังงานของโมดูลไร้สายที่นำมาใช้รับ-ส่งข้อมูลการทำสตรีมมิ่ง

3. การจำลองสถานการณ์อาจพิสูจน์ผลการทดลองของโมเดลแมชชีนเลินลิ่งและการตรวจจับภาพการเผาไหม้ในที่โล่งด้วยอากาศยานไร้คนขับได้จริง แต่อย่างไรก็ตามในสถานการณ์การเกิดไฟป่าหรือการเผาในที่โล่งอาจจะมีบริเวณพื้นที่กว้างมากก็อาจส่งผลให้ความถูกต้องในการตรวจจับลดความแม่นยำลดไปได้ ดังนั้นก็จะต้องนำภาพของการเผาไหม้ในที่โล่งต่างๆ มาทำการฝึกฝนใหม่ให้โมเดลสามารถเรียนรู้ได้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

แอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการตรวจจับการเกิดการเผาไหม้ในที่โล่งสามารถนำมาใช้งานร่วมกับอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งกล้องมุมได้เฉพาะคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว อย่างไรก็ตาม การพัฒนาต่อยอดในอนาคตอาจจะทำให้เชื่อมต่อผ่านโทรศัพท์มือถือได้พร้อมระบุบอกพิกัดตำแหน่งของการเผาไหม้และระบุขนาดพื้นที่ของการเผาไหม้ได้ซึ่งจะเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของแอปพลิเคชันในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] “ปัญหาหลักของมลพิษทางอากาศ”, URL: https://prachatai.com/journal/2020/12/90931, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[2] “อากาศยานไร้คนขับ [วารสารออนไลน์]”, UR: https://bit.ly/2TiB8ZV, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[3] “อากาศยานไร้คนขับของประเทศไทย [วารสารออนไลน์]”, UR: https://bit.ly/360rsX2, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[4] “การเผาในที่โล่ง (Open Burning)”, URL: http://tamnop.go.th/networknews/detail/165486, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[5] “การเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลินนิ่ง (Machine learning)”, URL: https://bit.ly/3hlsQIX, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[6] “การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised)”, URL: https://bit.ly/3dpP1fQ, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[7] “การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised)”, URL: https://bit.ly/3y1q3eA, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[8] “อุตสาหกรรมแมชชีนเลินนิ่งกำลังหยุดชะงัก | Disruption, Inc.,”, URL: https://bit.ly/3w49UDQ, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[9] “ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning”, URL: https:// bit.ly/3dsdy42, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[10] “Convolutional Neural Network (CNN) หรือ โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน”, URL : https://medium.com/@natthawatphongchit, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[11] “การมองวัตถุของมนุษย์”, URL: https://bit.ly/3x3onRX, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] “ลักษณะของ Filter”, URL: https://medium.com/@natthawatphongchit, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[13] “การดาวน์โหลด Anaconda”, URL: https://bit.ly/3qyIwwt, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[14] “โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt”, URL: https://bit.ly/2TkwJWz, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[15] “โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน”, URL: https://bit.ly/3waBSxW, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[16] “สถาปัตยกรรมของ YOLO-V2”, URL: https://bit.ly/3dsrYB1, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[17] “ลักษณะโปรแกรม labelImg”, URL: https://bit.ly/3x3ITBG, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[18] “ลักษณะโปรแกรม Pycharm”, URL: https://bit.ly/3dq9gtE, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[19] “Python”, URL: https://www.aosoft.co.th/article/3222/Python, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[20] “Open CV”, URL: https://bit.ly/3x6kF9R, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[21] “การ TRAINING โดย โปรแกรม Tensor Flow และอัลกอริทึม YOLO V3”, URL: https://www.tensorflow.org URL: https://appsilon.com/objectdetection-yolo-algorithm, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[22] “LabelImg”, URL: https://bit.ly/3AkRtOG, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[23] “Pycharm”, URL: https://bit.ly/2Uprjtn, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[24] “Pyinstaller”, URL: https://bit.ly/3gN6P6E, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[25] "OBS-Studio", URL: https://cdt.wu.ac.th/?p=12714&lang=th, เข้าถึงครั้งสุดท้ายวันที่ 30 มิถุนายน 2564

[26] "อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Matrice 200", URL: https://bit.ly/3h4aZXQ, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[27] "แบตเตอรี่ LiPo ขนาด 12 โวลต์", URL: https://bit.ly/2UbPqf4, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[28] "โมดูลไร้สายส่งข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz", URL: https://bit.ly/3Al8Qir, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

[29] "โมดูลไร้สายรับข้อมูลย่านความถี่5.8GHz", URL: https://bit.ly/3xXGJnk, เข้าถึงครั้งสุดท้าย วันที่ 30 มิถุนายน 2564

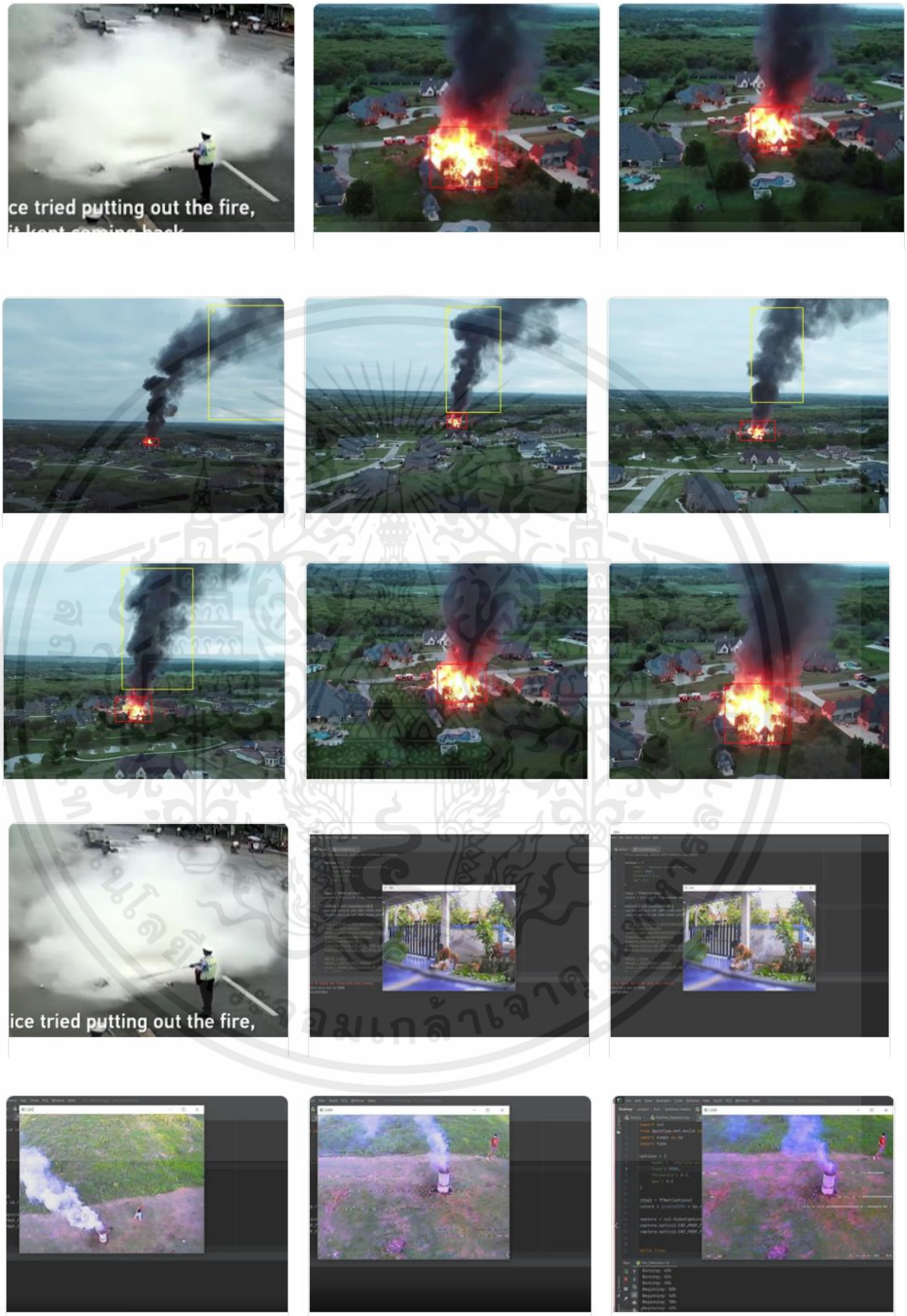
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

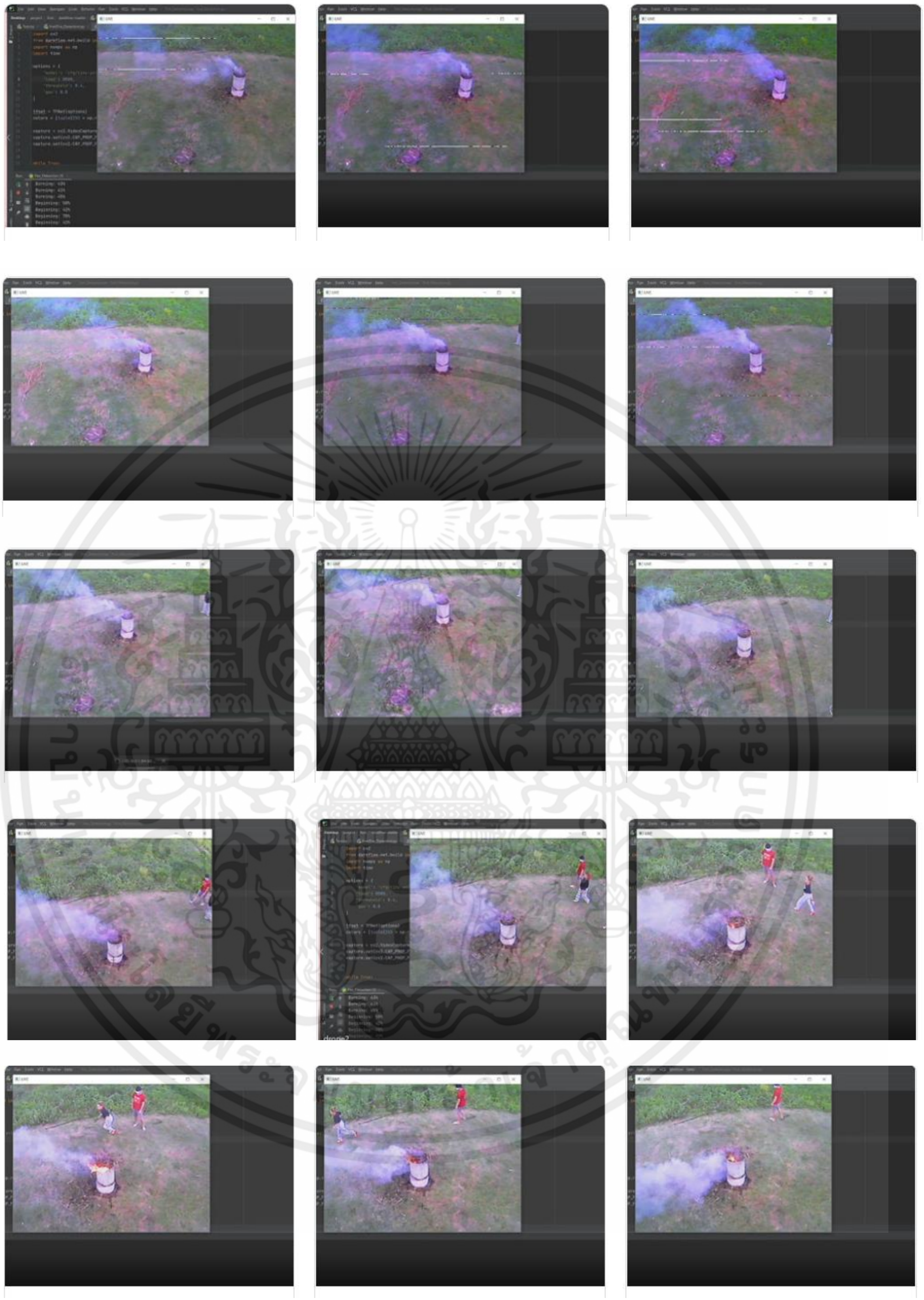
ชุดข้อมูล Dataset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

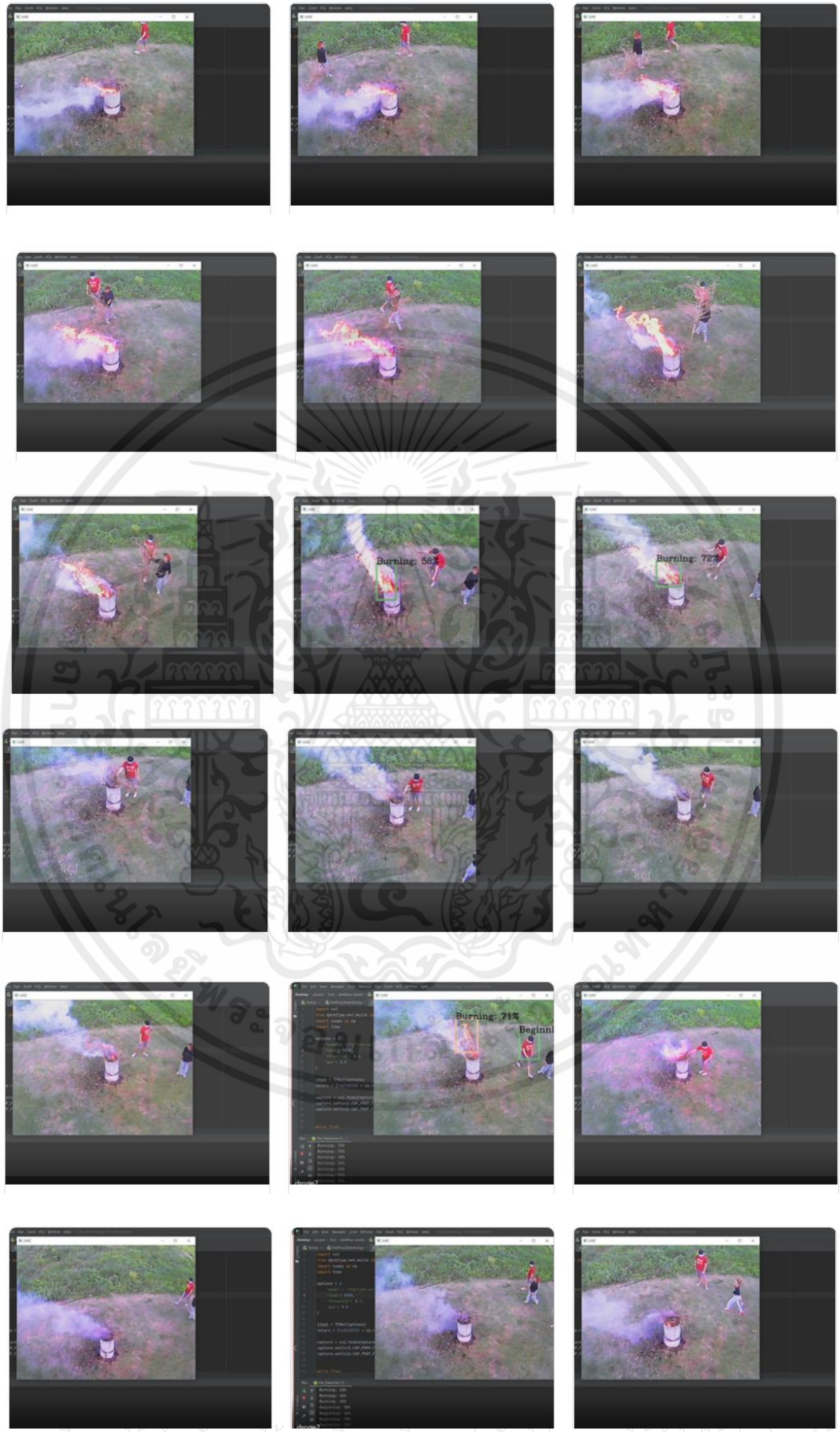
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



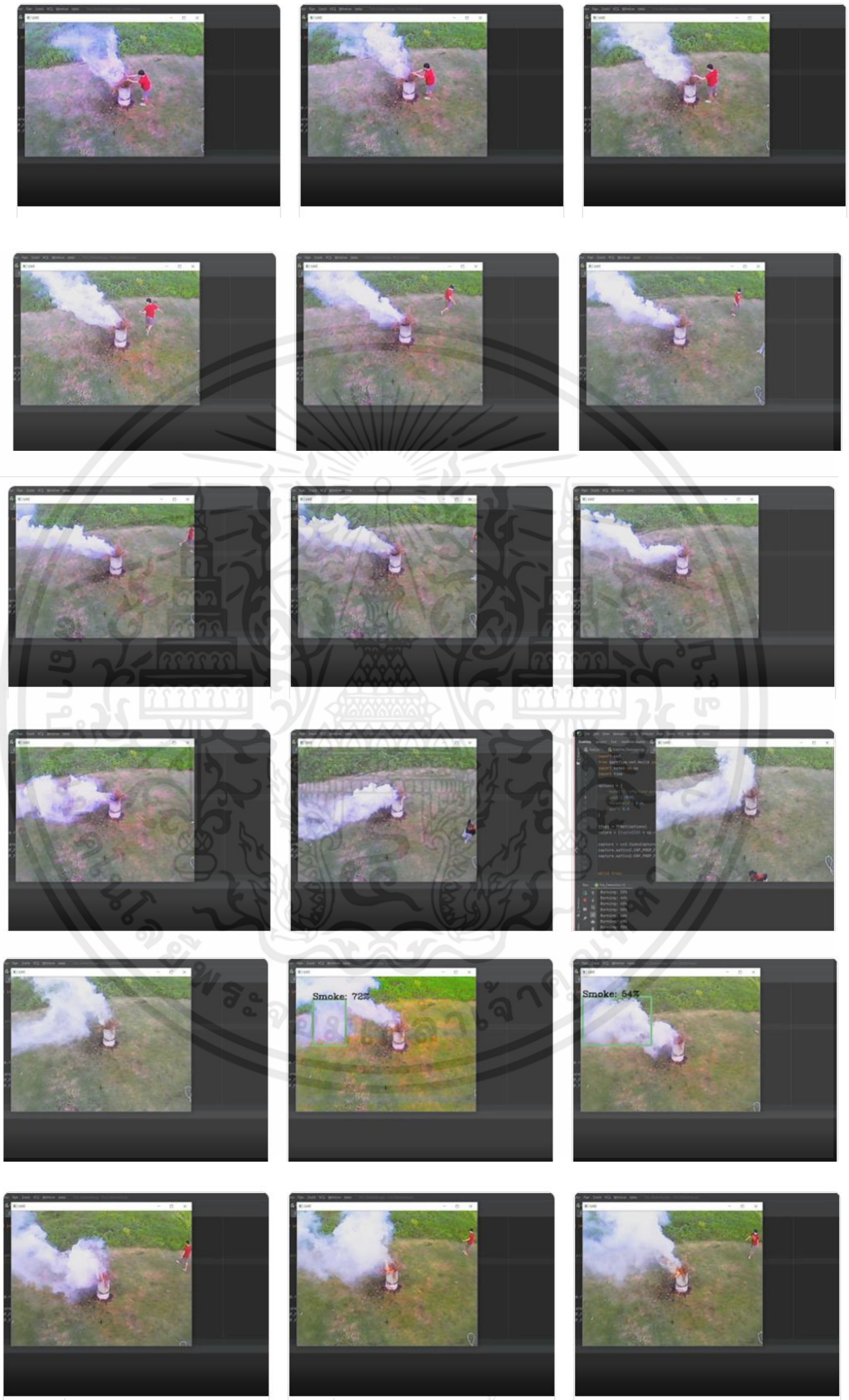
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



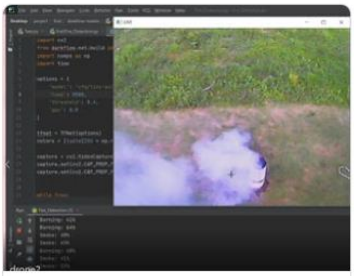
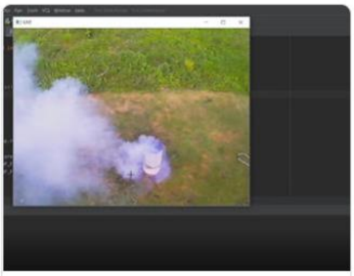
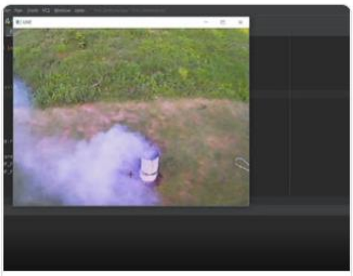
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

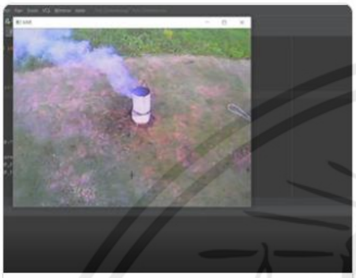
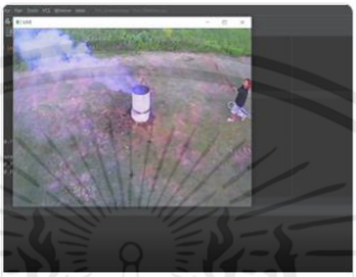
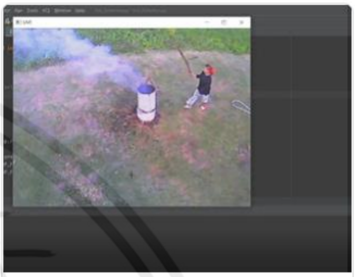
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

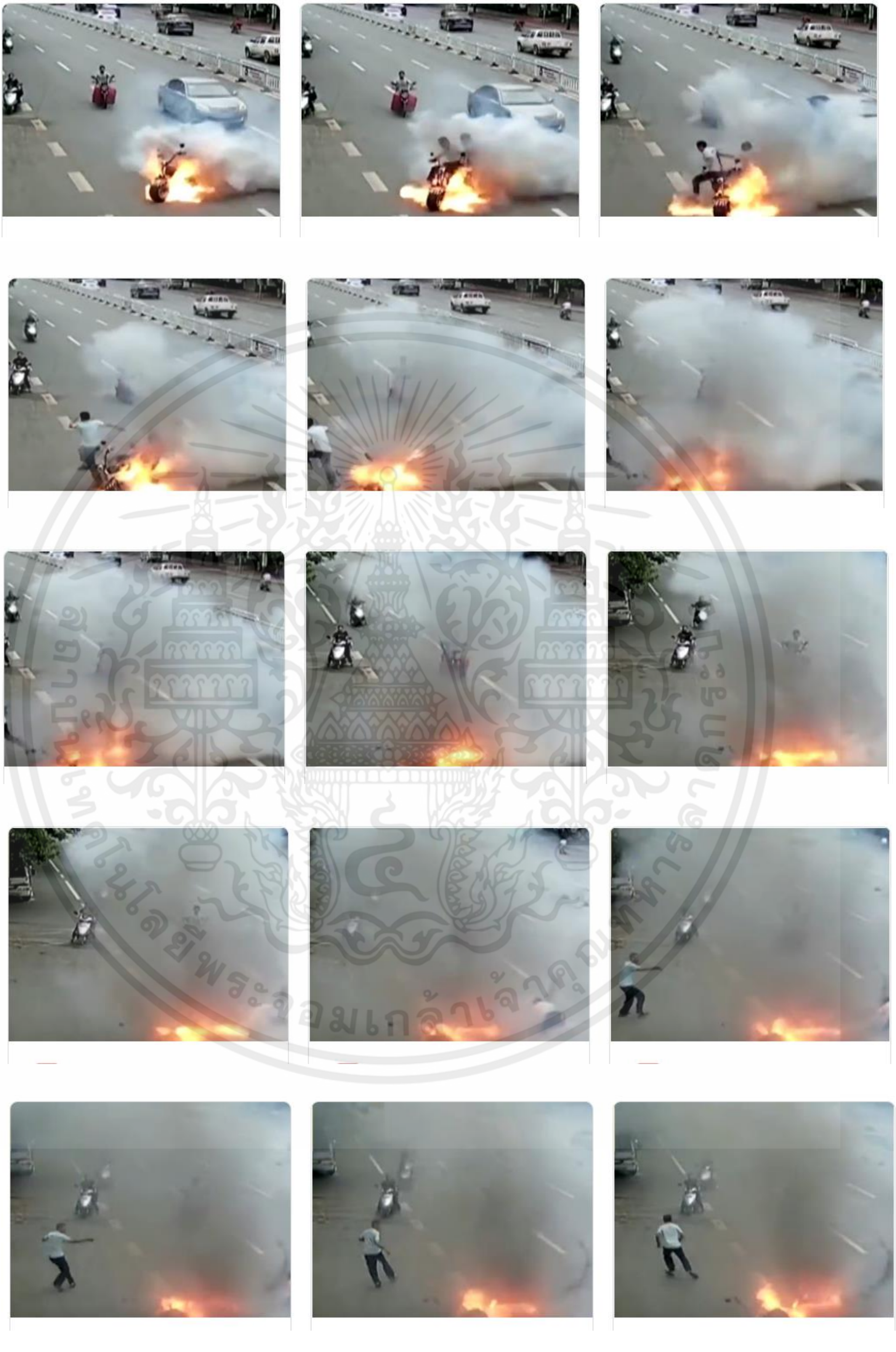
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

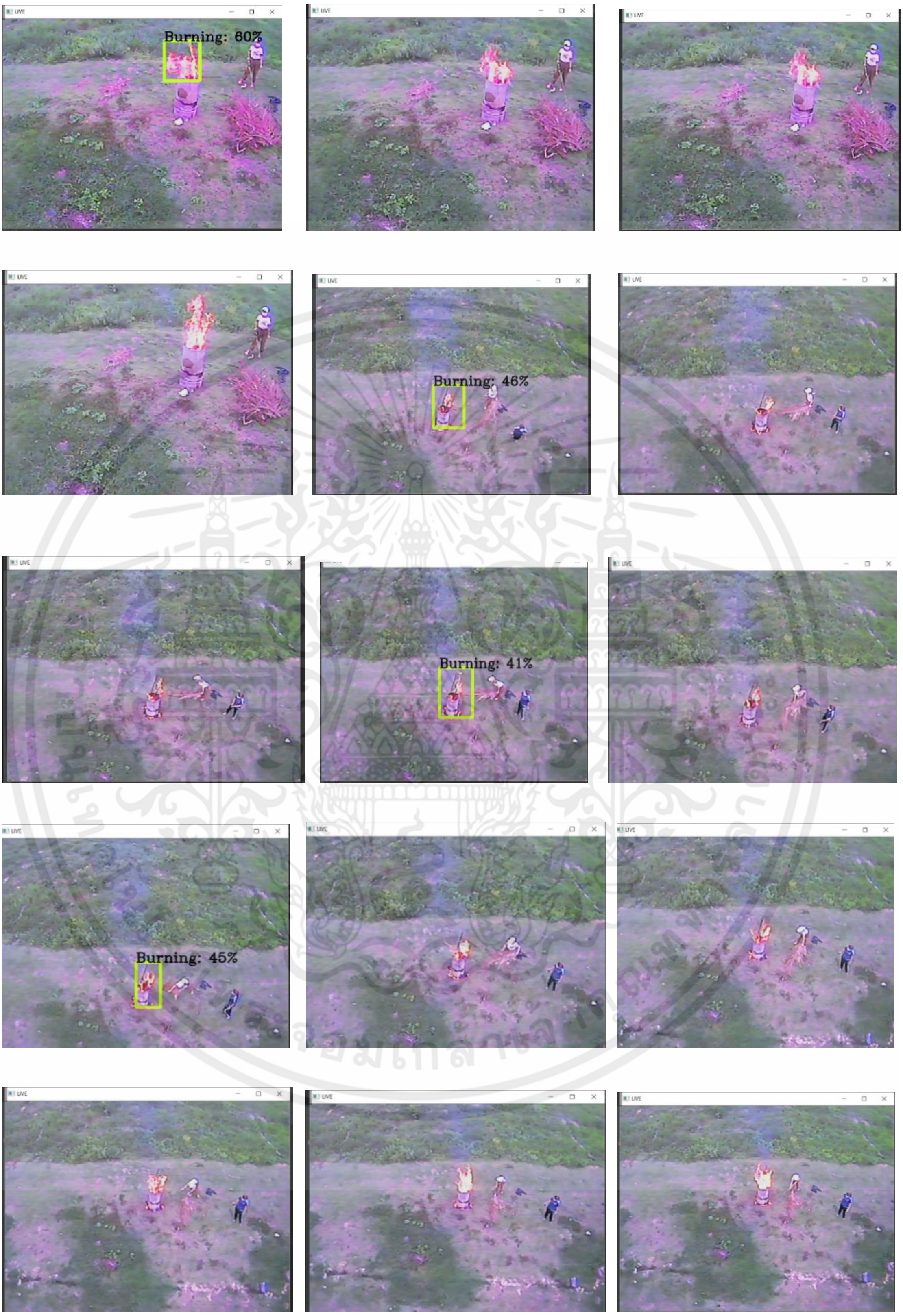




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

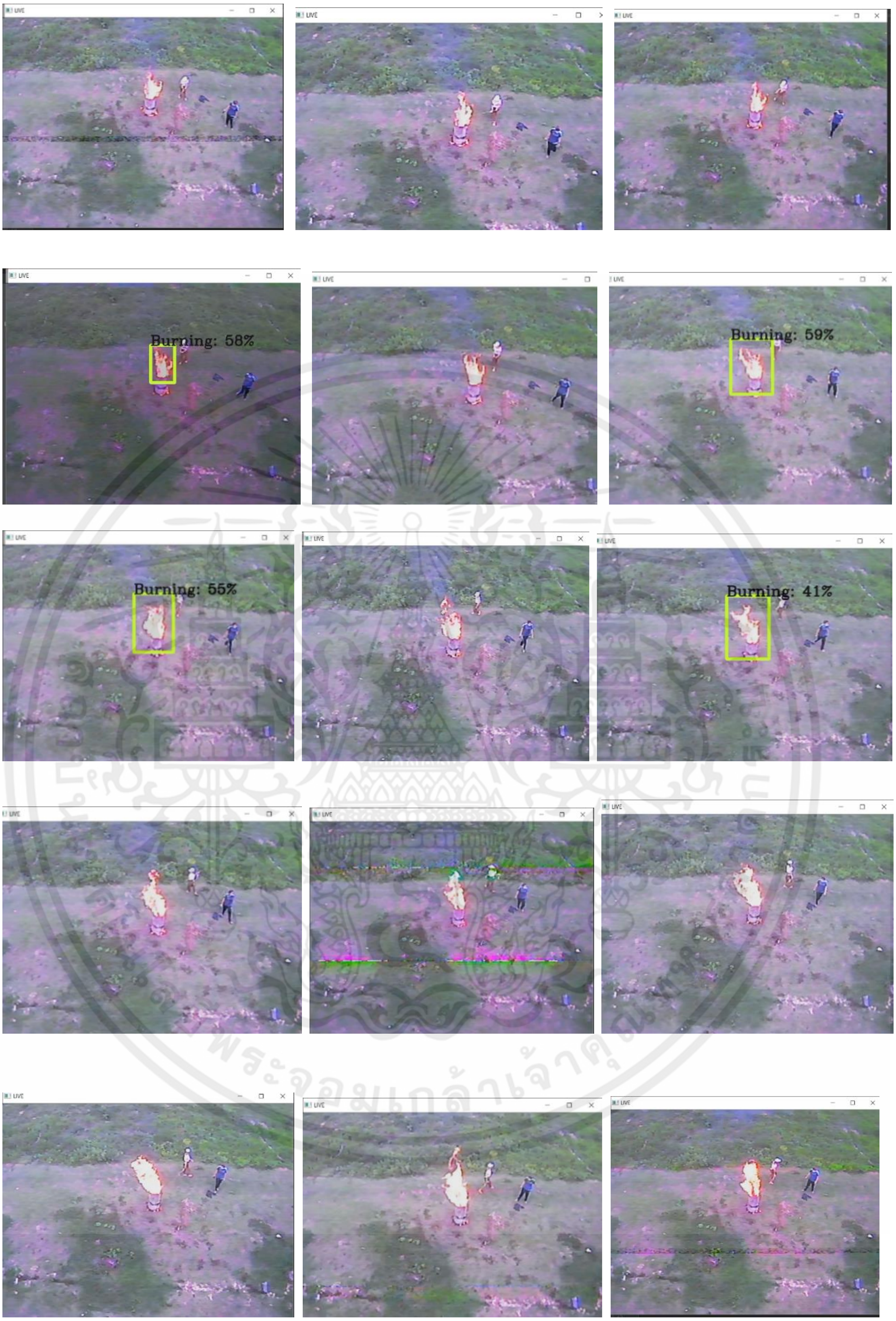


รูปที่ ก.1 ชุดข้อมูลกลุ่มควันสำหรับใช้เทรนการทำงาน

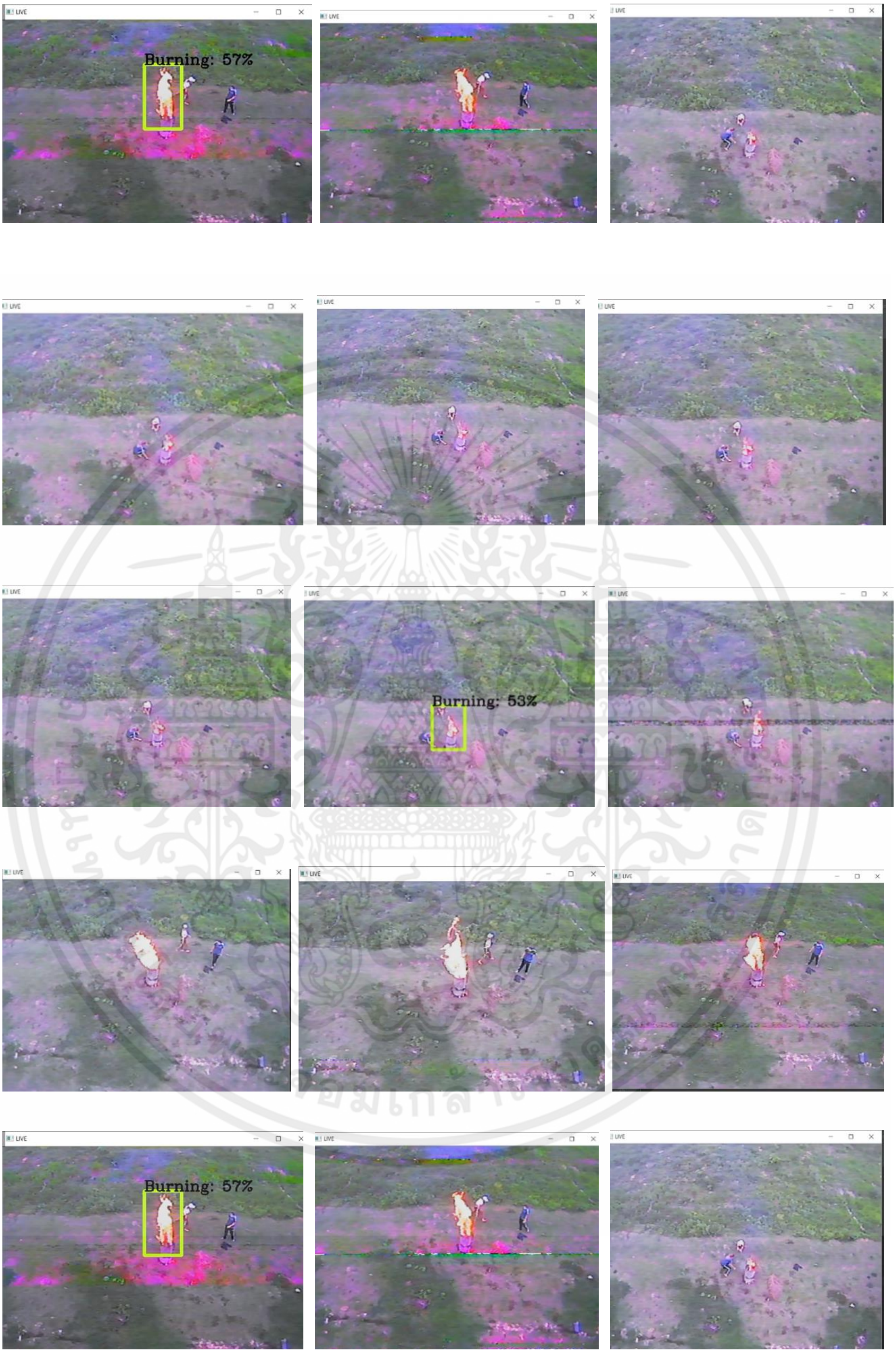
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



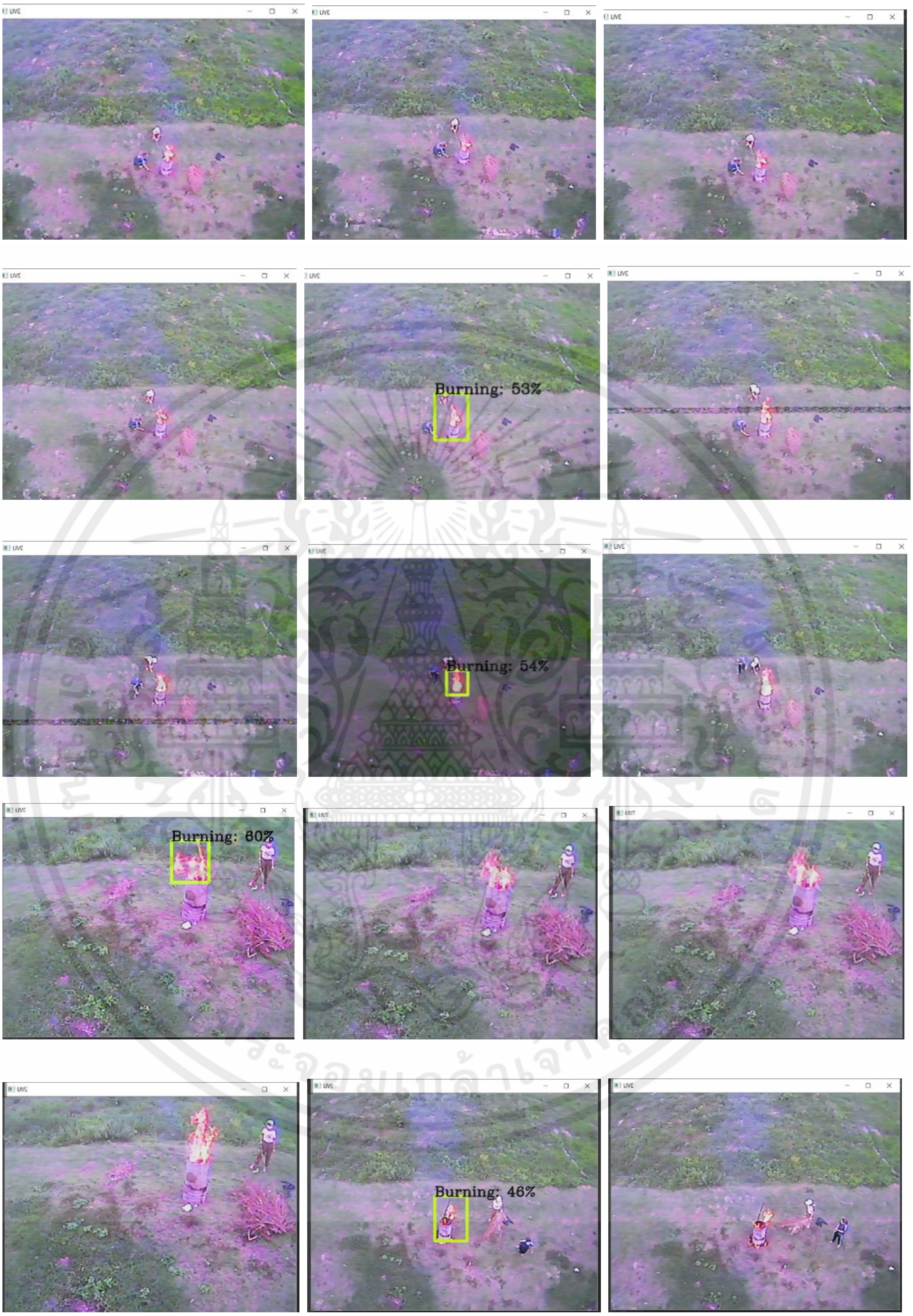
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



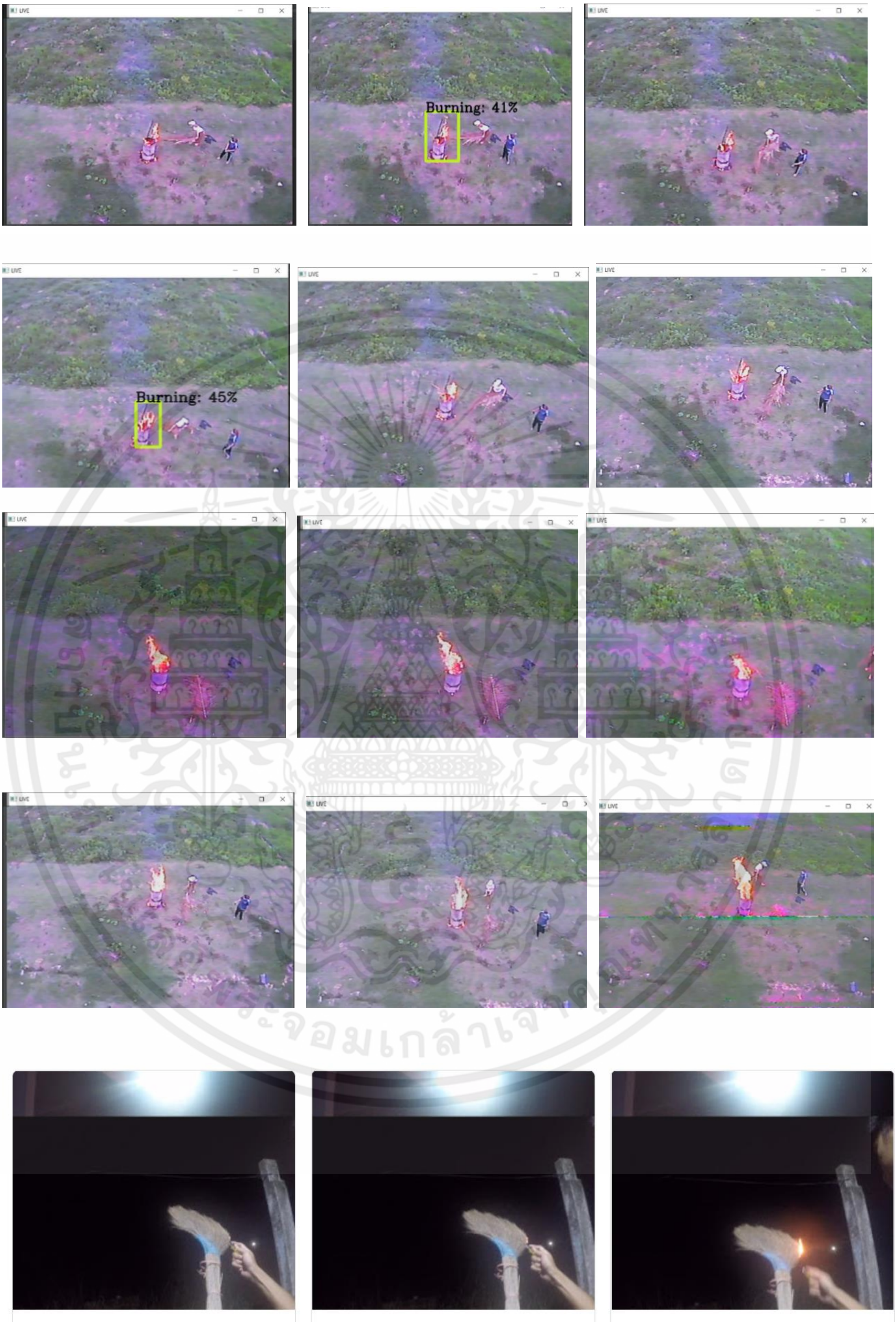
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



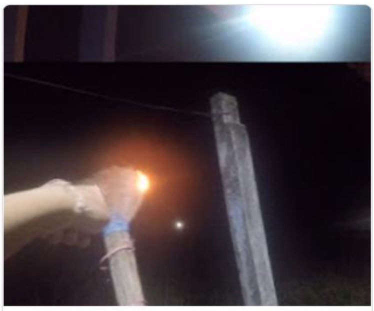
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

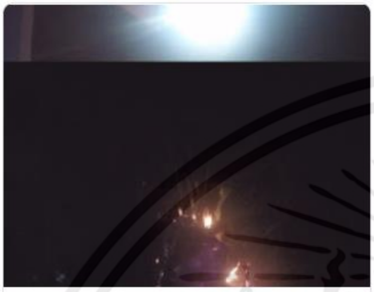


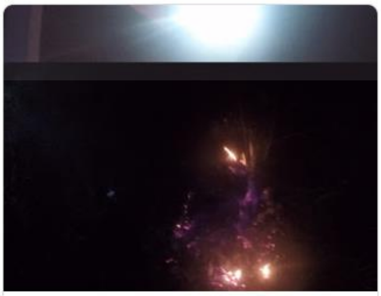
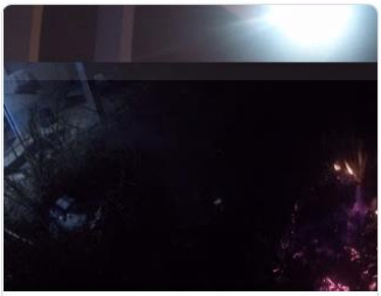
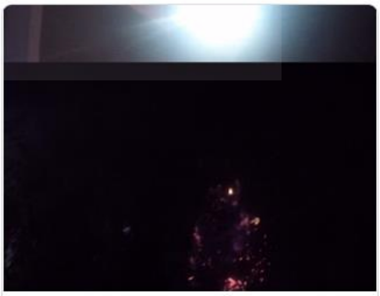
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



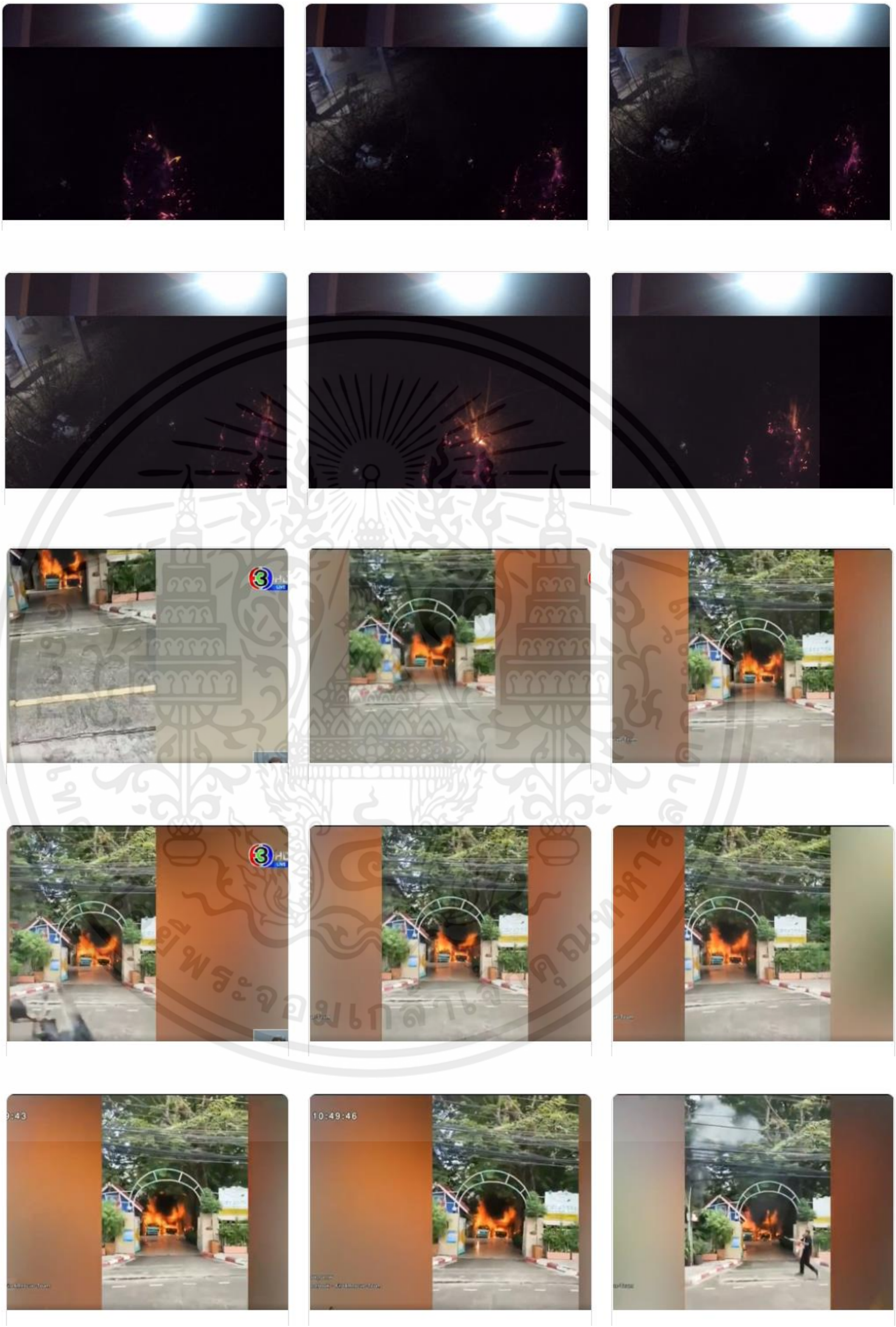
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

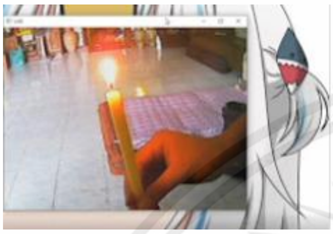


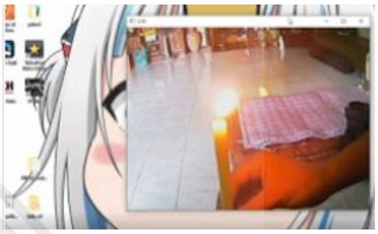
  

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

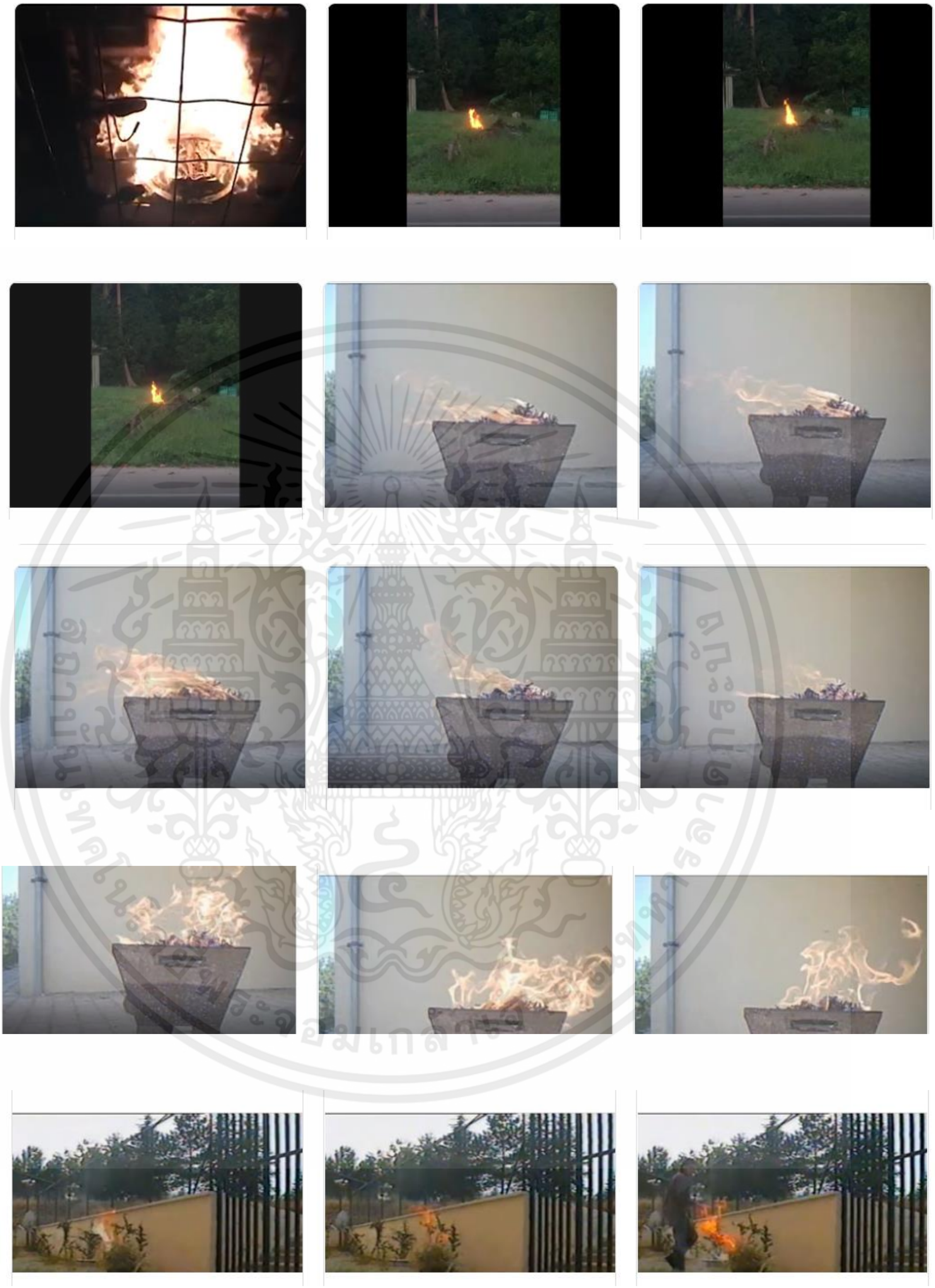


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

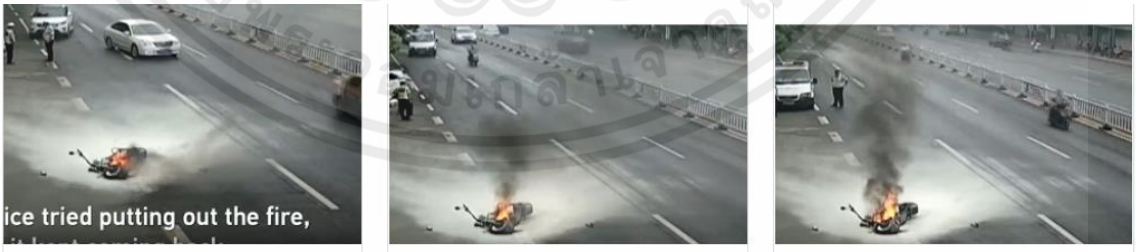




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

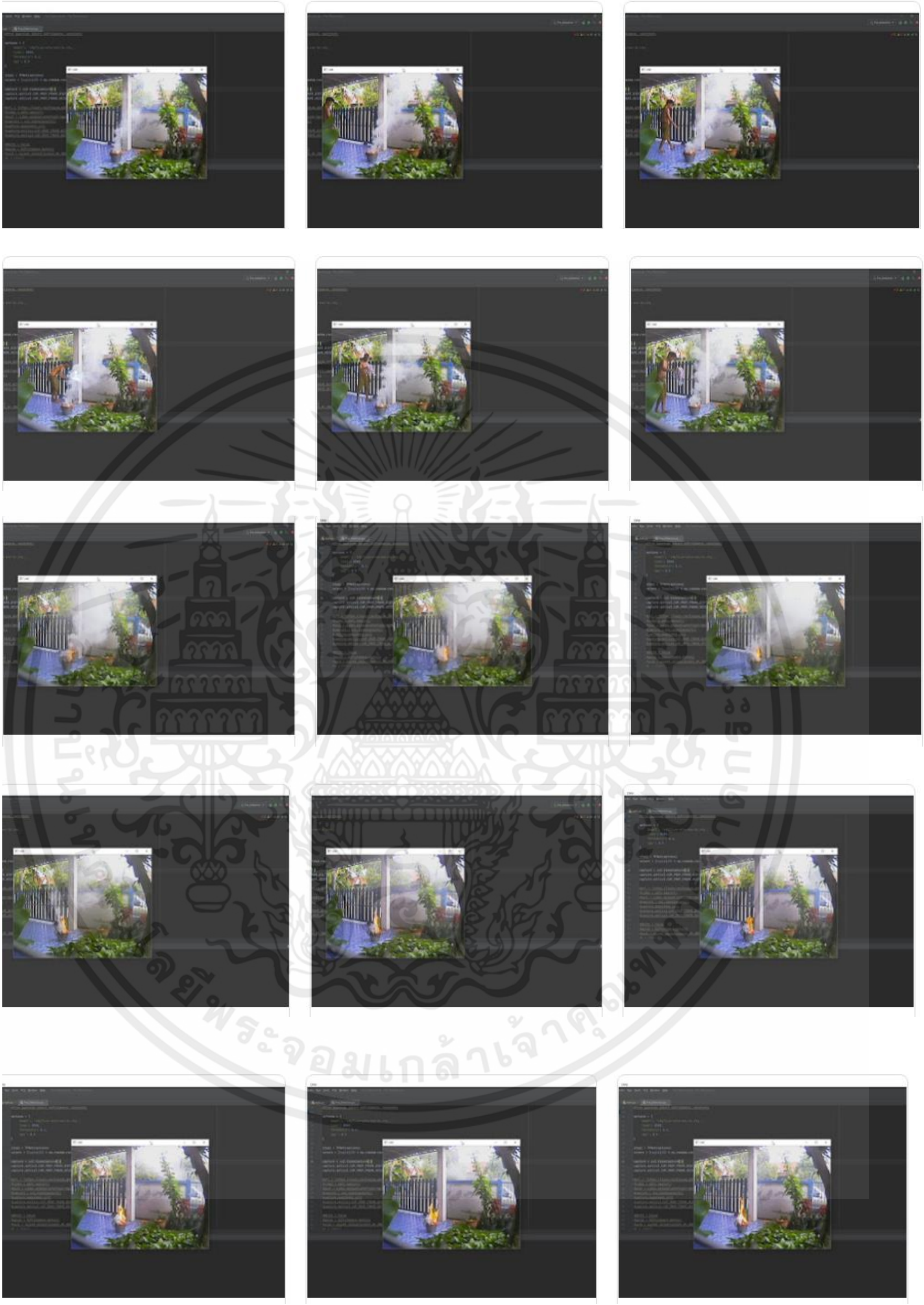


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

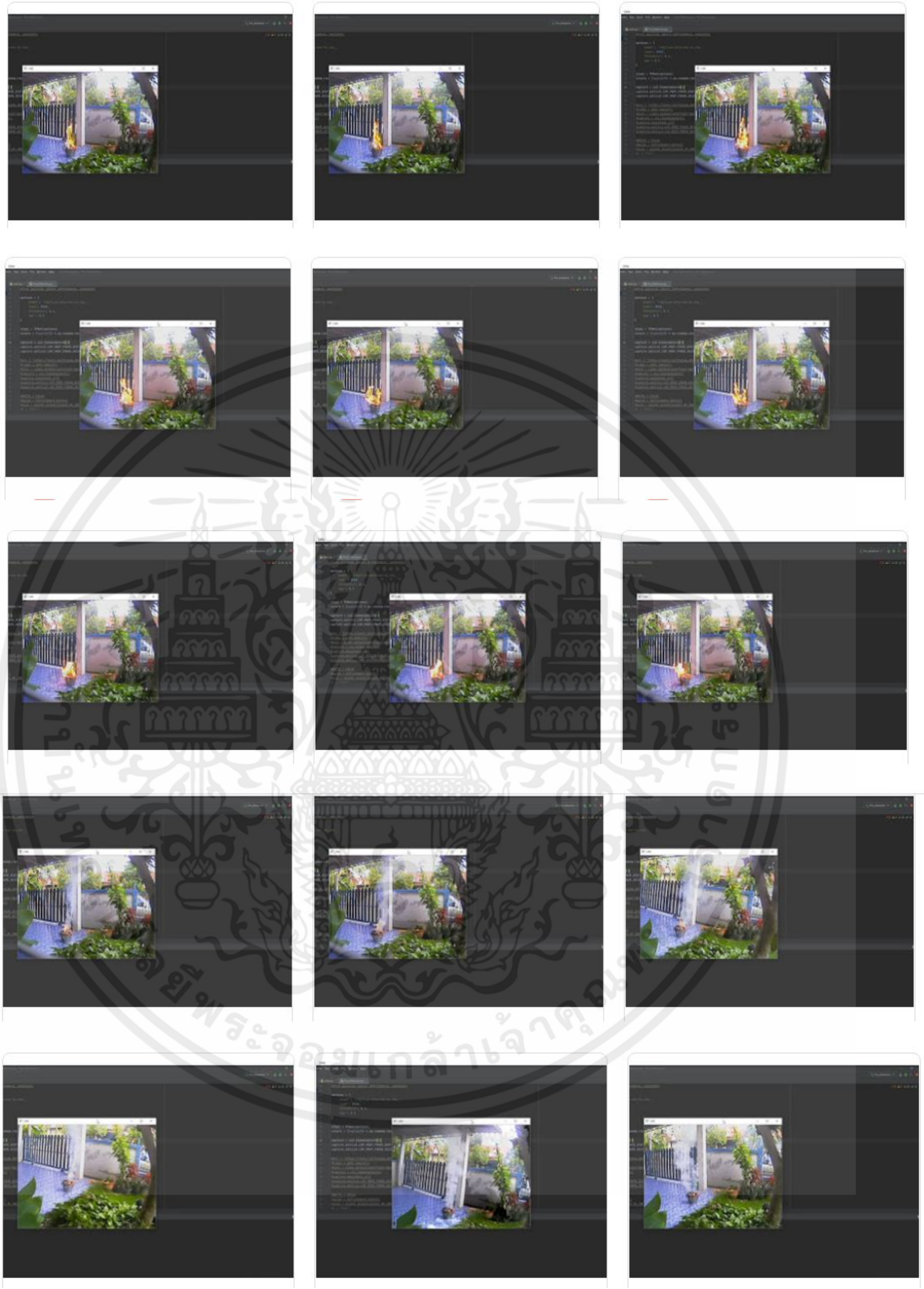


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

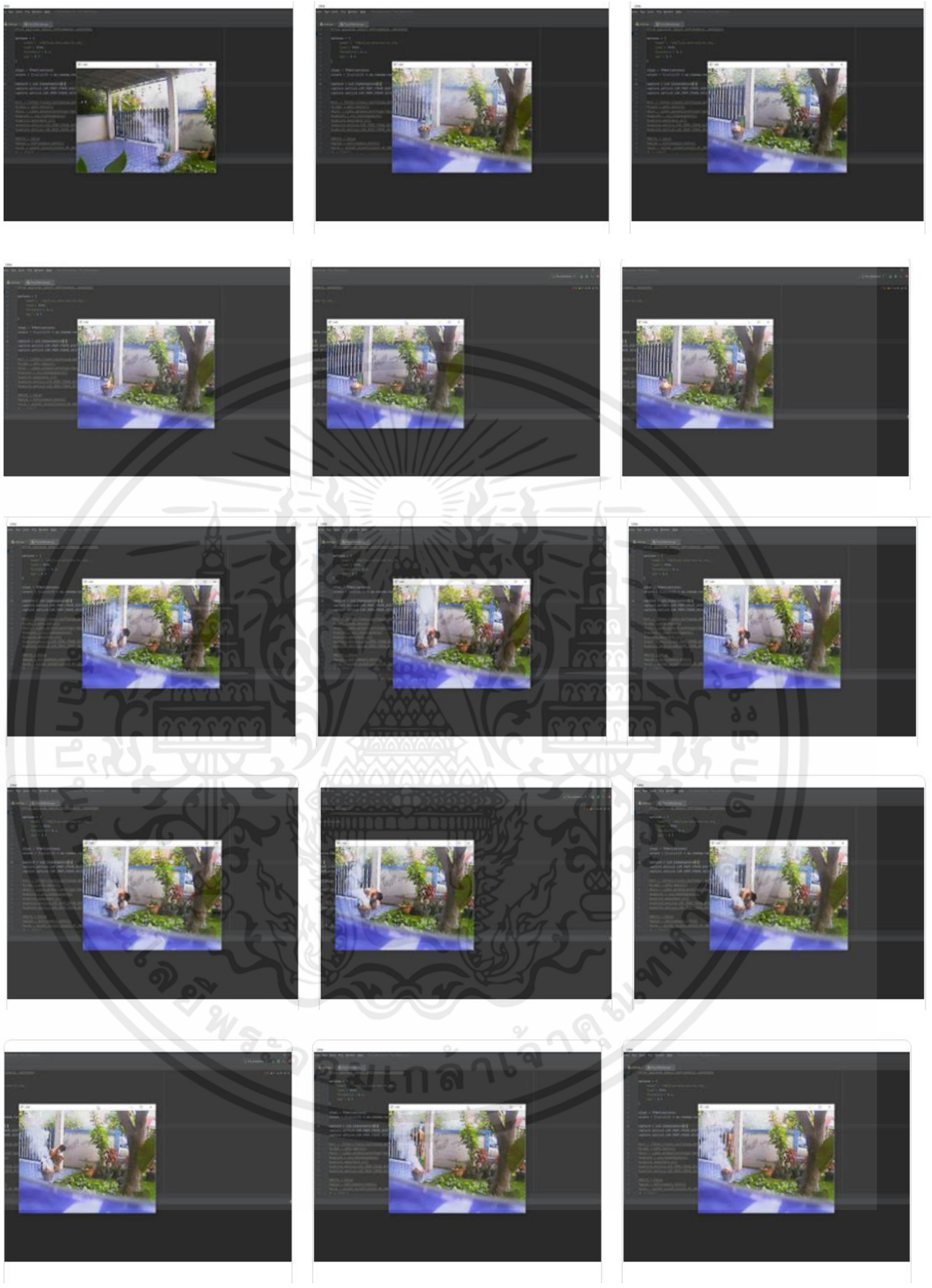
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



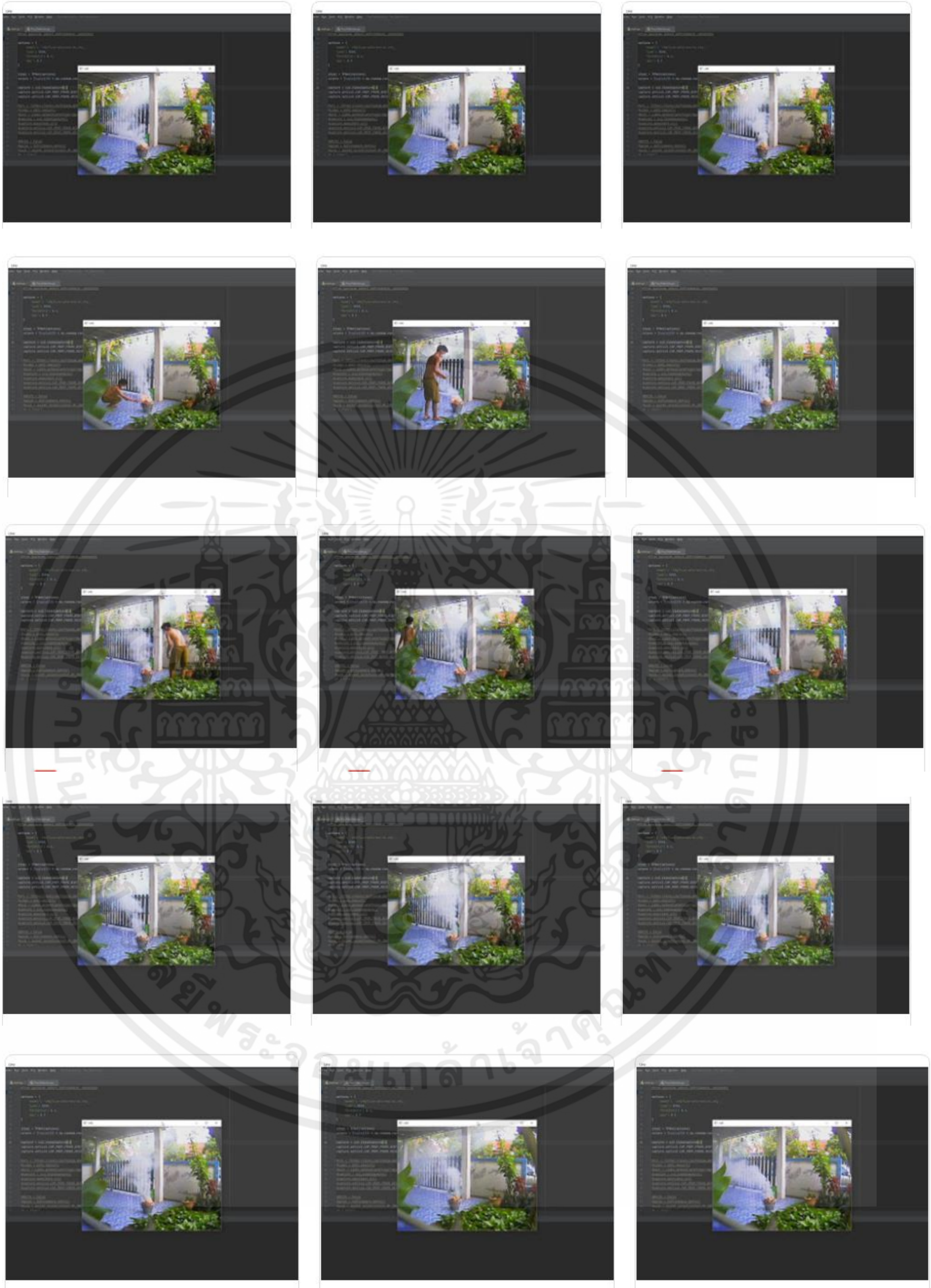
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



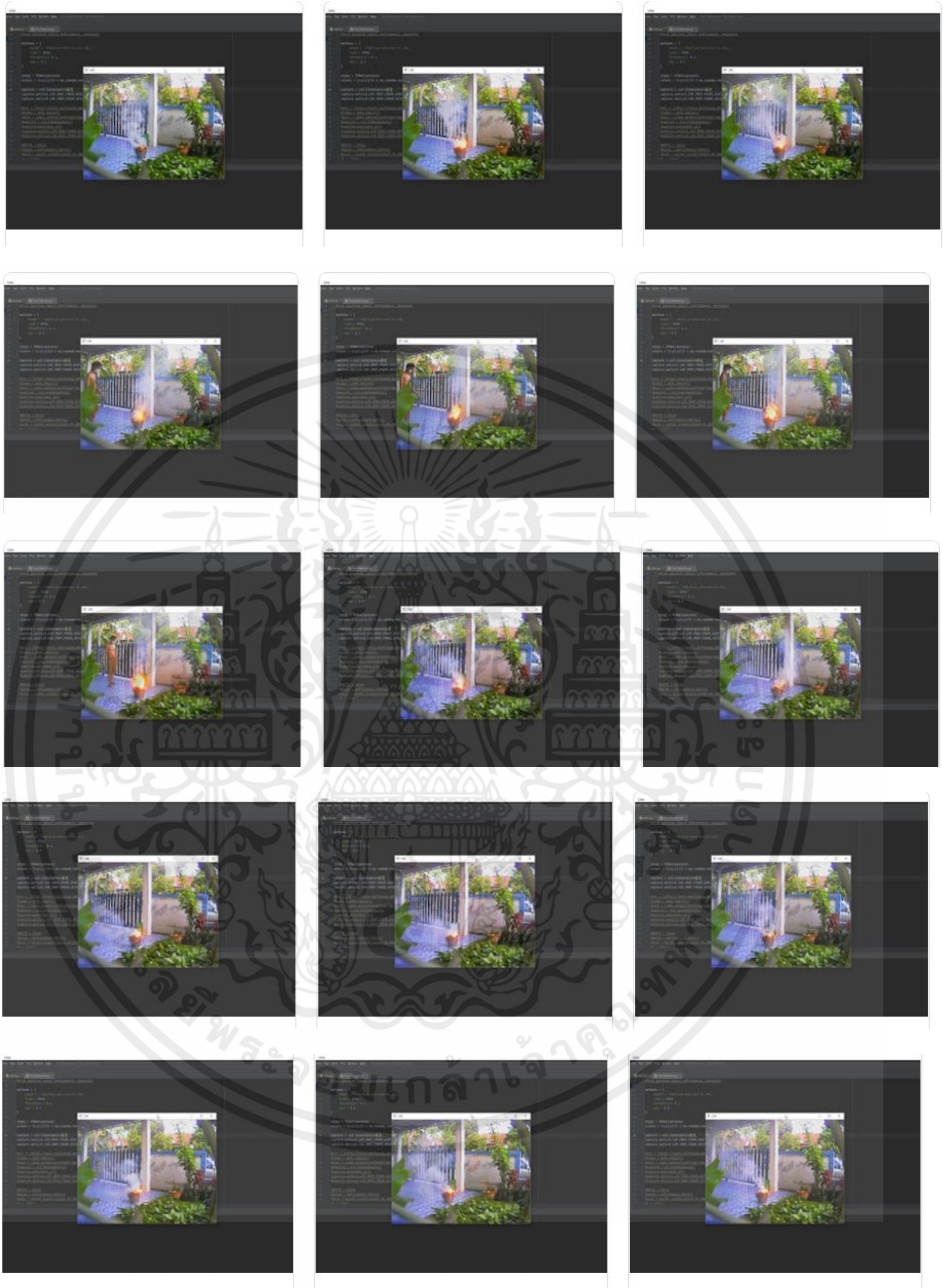
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



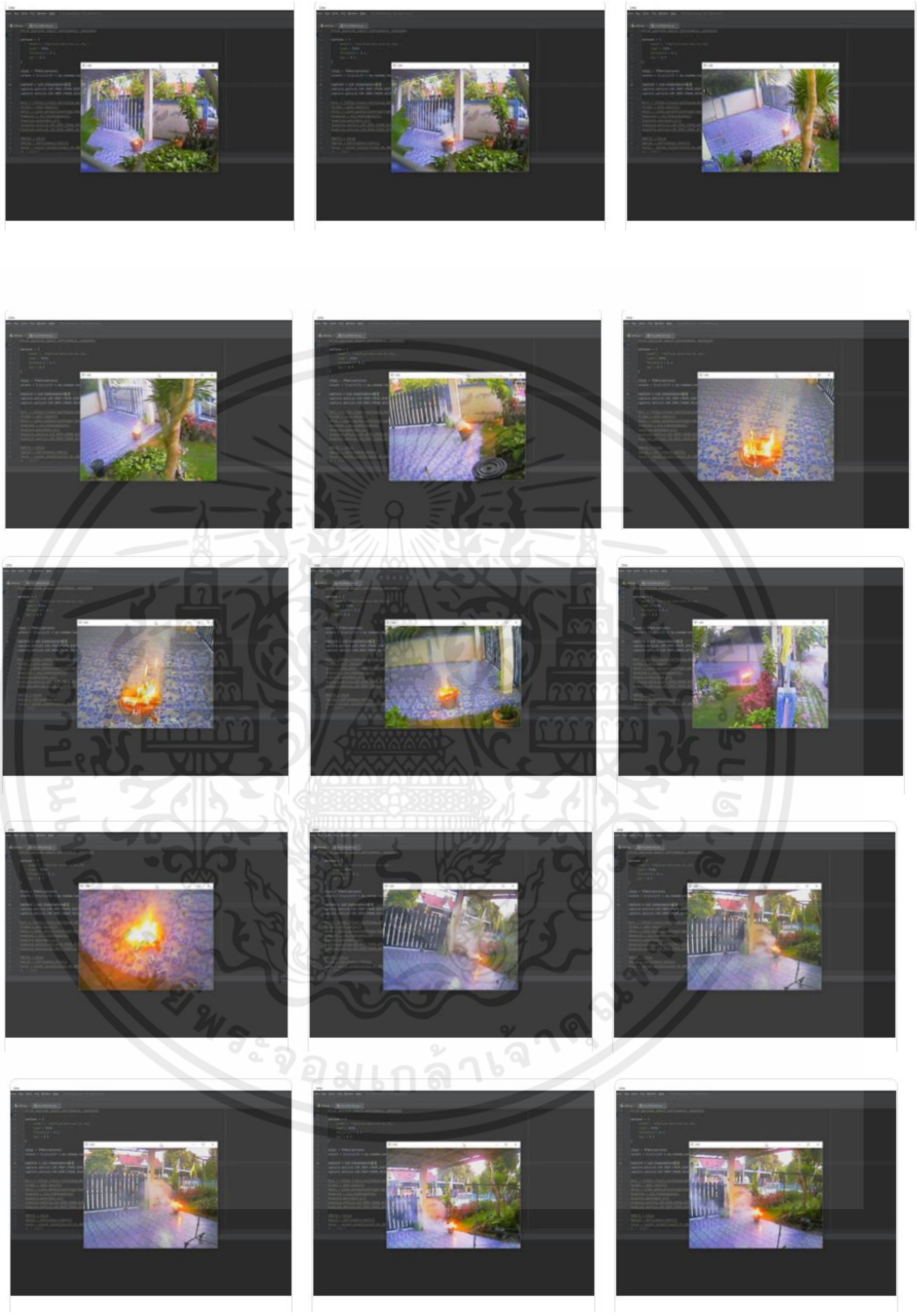
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



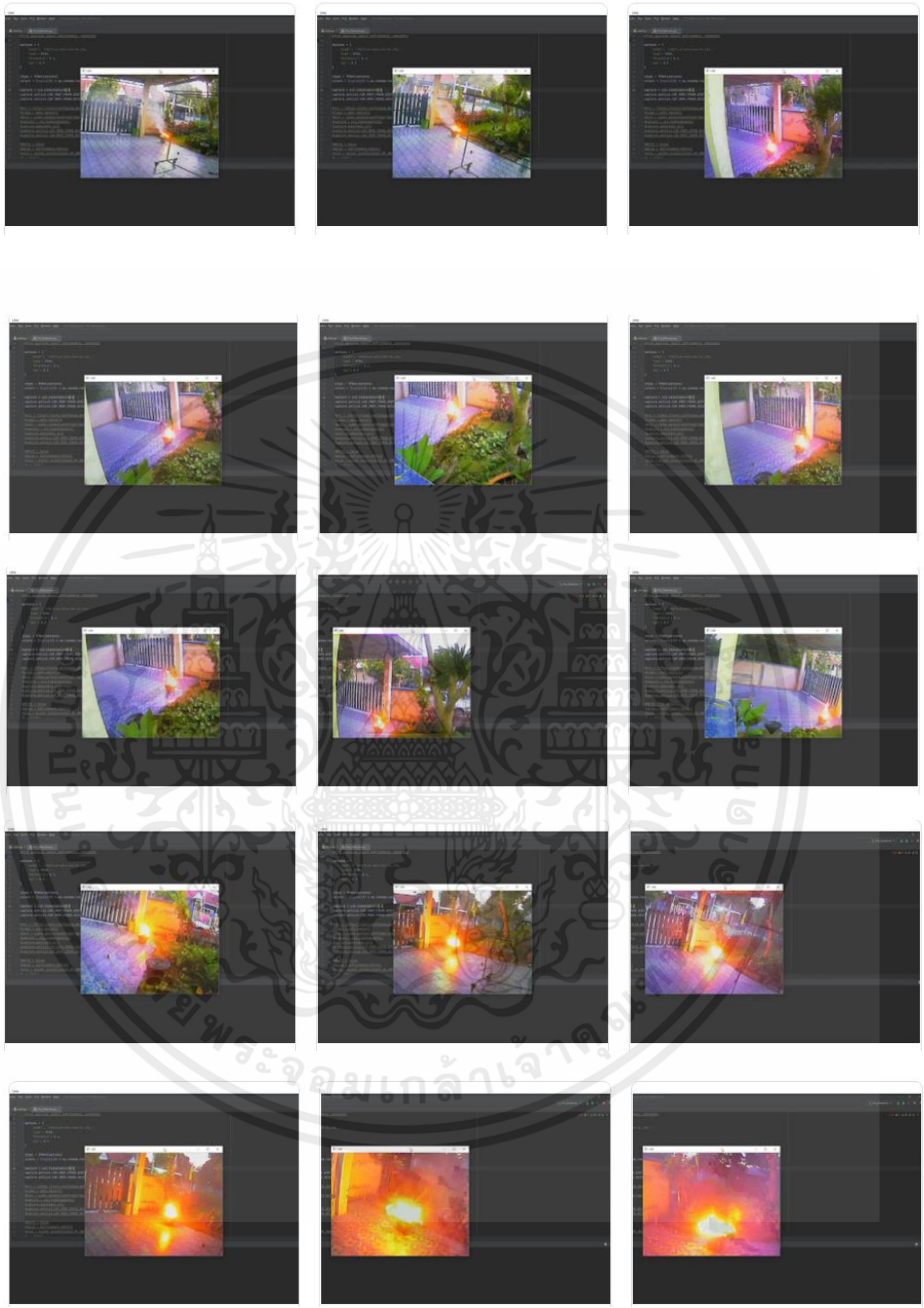
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

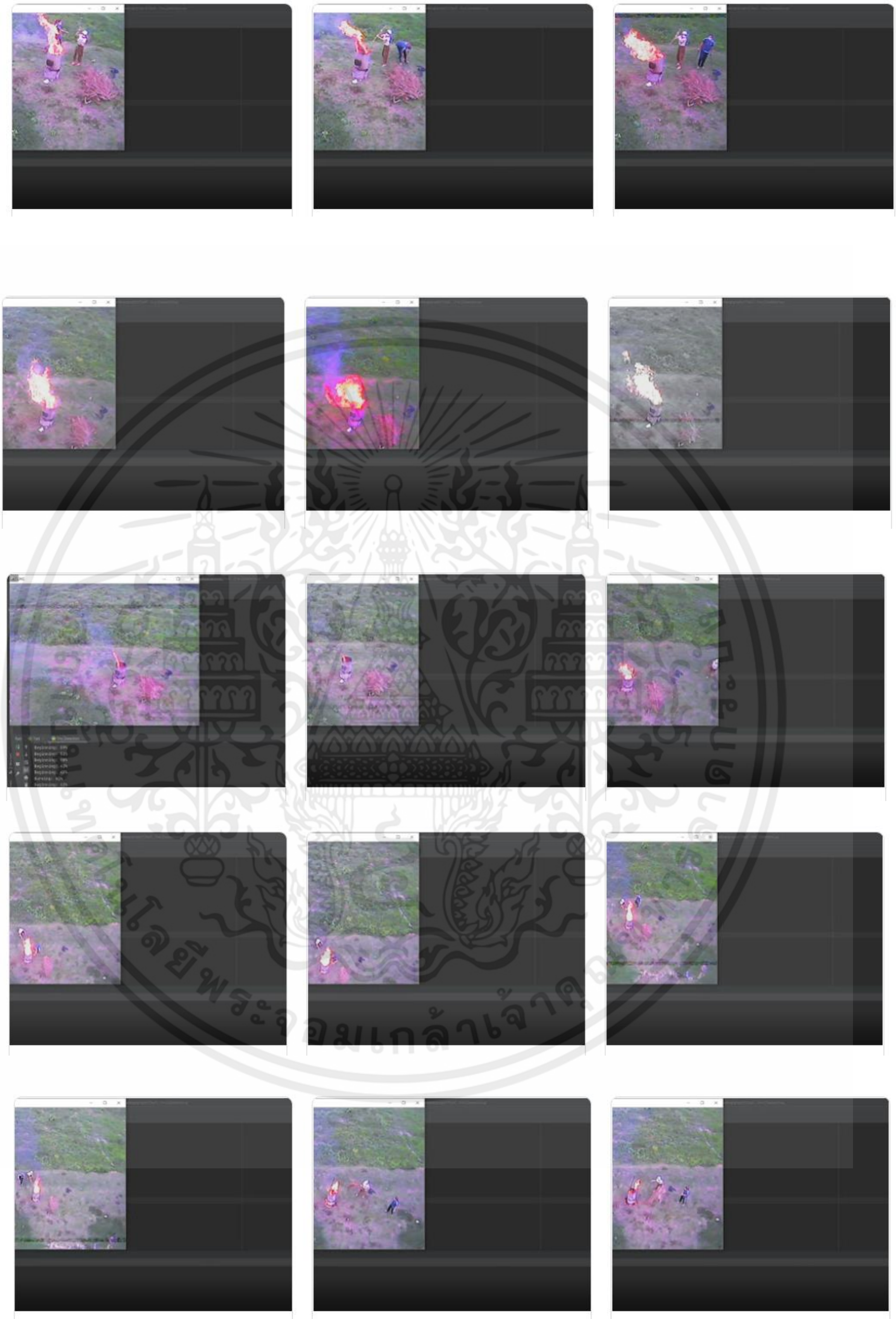


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

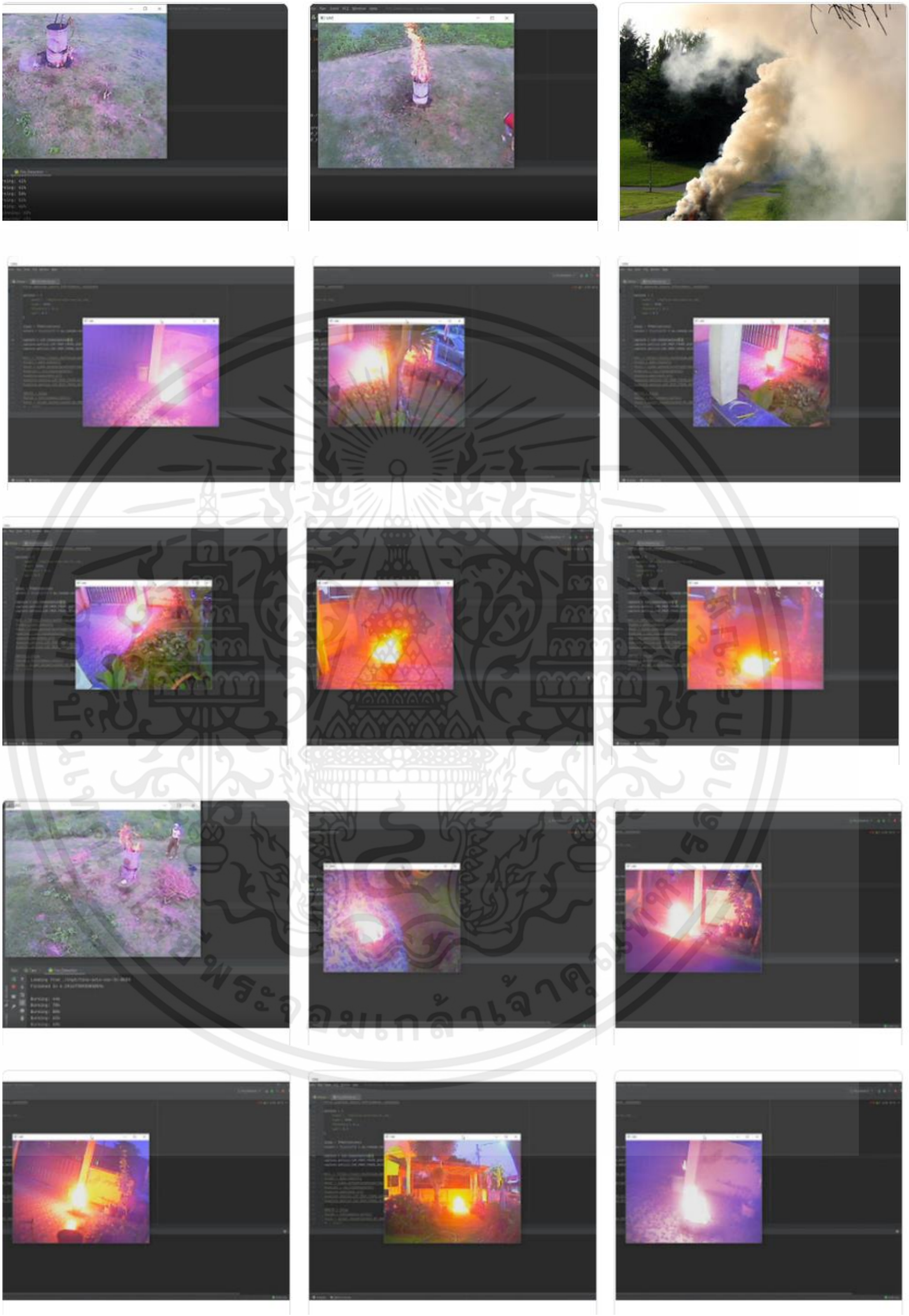


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



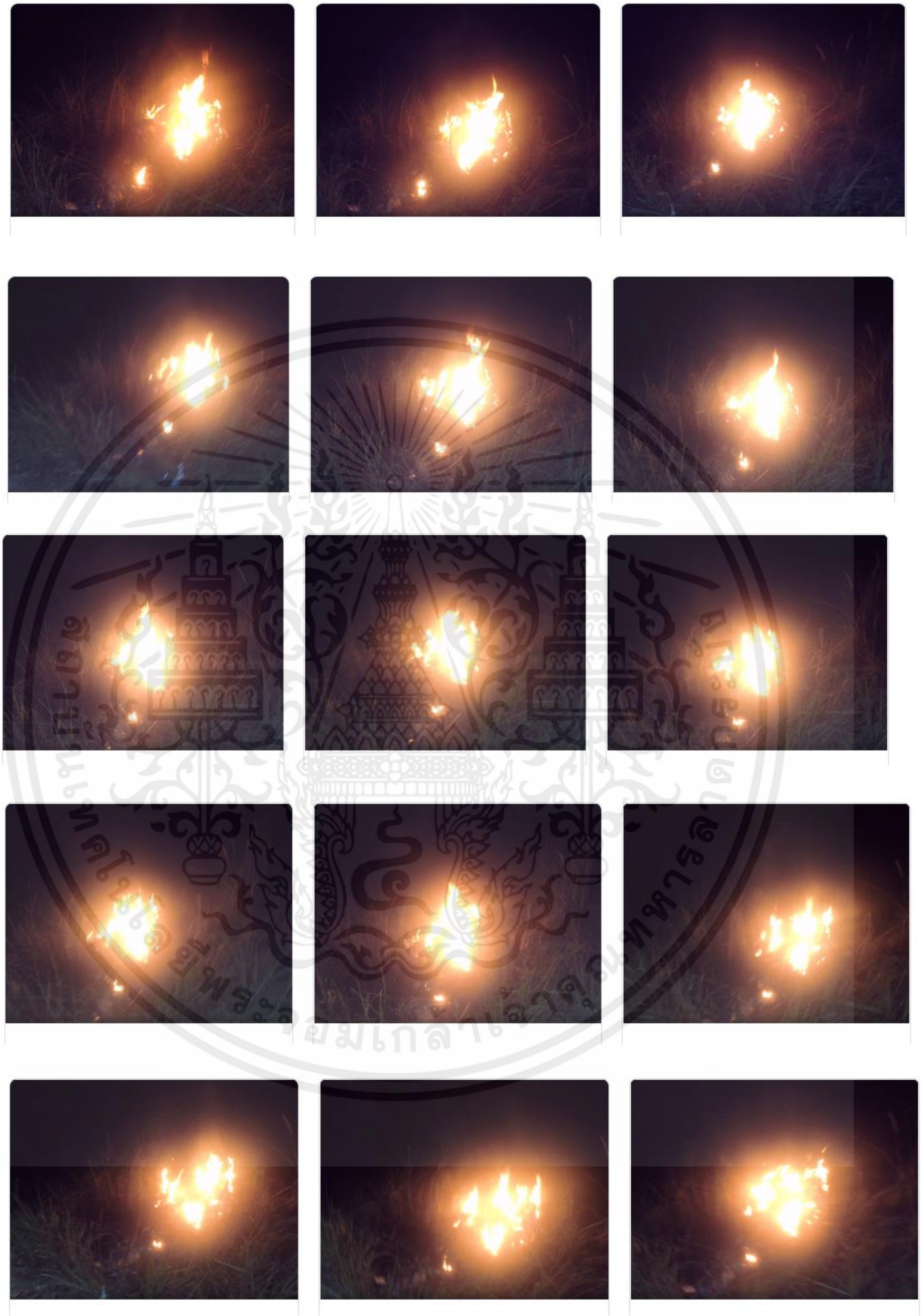
รูปที่ ก.2 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดเล็กสำหรับใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

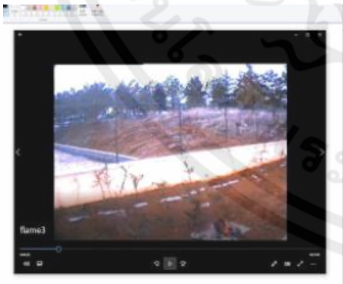
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

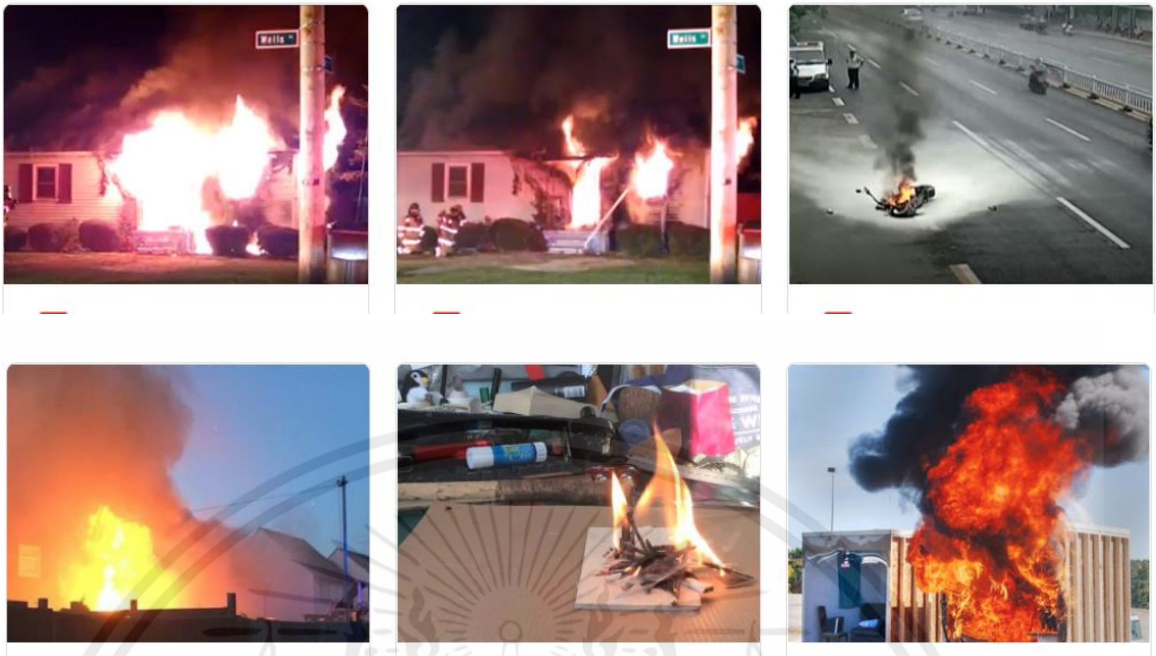


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ชุดข้อมูลกลุ่มไฟขนาดใหญ่สำหรับใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งานอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานอุปกรณ์และรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องและตำแหน่งต่างๆ บนอากาศยานไร้คนขับดังรูปที่ ข.1

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์

1. อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Matrice 200
2. แบตเตอรี่ LiPo ขนาด 12 โวลต์
3. โมดูลไร้สายรับ-ส่งข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz

รูปที่ ข.1 อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Matrice 200

จากรูปที่ ข.1 คืออากาศยานไร้คนขับ ที่มีชื่อรุ่นว่า DJI Matrice 200 Series [26] เป็นโดรนที่สามารถกันละอองน้ำละอองฝุ่นได้ ตามมาตรฐาน IP43 ทำให้สามารถบินได้แม้อยู่กลางหิมะอีกทั้งยังมีความโดดเด่น สามารถบินได้นานถึง 34 นาทีและสามารถใส่กล้องบนตัวโดรนได้ถึง 3 ตัว รองรับกล้องทั้ง Zenmuse XT, Z30, X4S รวมถึง X5S ตัวโดรนสามารถรับน้ำหนักกล้องรวมกับเลนส์ได้ไม่เกิน 2 กิโลกรัม บินได้ไกลถึง 7 กิโลเมตร นานถึง 34 นาทีจากแบตเตอรี่ 2 ตัวที่รองรับ Self-heating ที่จะทำให้มีประสิทธิภาพเมื่ออยู่ในสภาพหนาวจัดได้ดี DJI Matrice 200 Series มีทั้งหมด 3 รุ่นย่อย ได้แก่ Matrice 200, Matrice 210 และ Matrice 210 RTKอีกทั้งตัวโดรนมีขนาด 716mm 220mm x 236 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.2 แบตเตอรี่ LiPo ขนาด 12 โวลต์

จากรูปที่ ข.2 คือ แบตเตอรรี่ LiPo ขนาด 12 โวลต์ [27] ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.มีน้ำหนักเบาในเมื่อเทียบกับความจุ (mAh)

2.สามารถจ่ายกระแสไฟได้มากกว่าความจุทำให้หุ่นยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้นชัดเจน

3.แรงดันคงที่ หุ่นยนต์ทำงานนิ่งตลอดจนหมดความจุ

4.มีหลายรูปแบบหลายขนาด ทำให้ติดตั้งได้ง่าย

5.คายประจุด้วยตัวเอง (Self Discharge) น้อย

แรงดันของแบตเตอรี่ Li-Po

แบตเตอรี่ Li-Po 1 เซล มีความจุ 3.7 V โดยความจุมีหน่วยเป็น mAh หรือมิลลิแอมป์ชั่วโมงเป็นปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ค่ายิ่งมากก็จะใช้งานได้นานขึ้น

ข้อควรระวัง

แบตเตอรี่ Li-Po ไม่สามารถใช้งานจนหมดความจุได้ และเมื่อแรงดันลดต่ำลง ต่ำกว่า 3.0V จะต้องหยุดใช้งานแล้วนำไปชาร์จประจุใหม่ ไม่เช่นนั้นแบตเตอรี่จะไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.3 โมดูลไร้สายส่งข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz

จากรูปที่ ข.3 เป็นโมดูลสื่อสารไร้สาย สามารถใช้กับ Arduino ได้หลายๆ ตัวพร้อมกัน สามารถสื่อสารได้รวดเร็วและไม่ต้องการเสาอากาศที่ยาว มีขนาดเล็ก พกพาง่าย สะดวกต่อการใช้งาน สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่างเช่น ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งข้อมูล เซนเซอร์อัตโนมัติสำหรับควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ควบคุมและติดตามหุ่นยนต์ Robot Control and Monitoring ได้ระยะ 15-500 เมตร ทำงานด้วยความเร็วสูง ใช้พลังงานต่ำและมีเสาอากาศมาในตัว

คุณสมบัติ

TS832 เครื่องส่งสัญญาณ : 5.8GHz 48CH FPVเครื่องส่งสัญญาณ Double PUSH ปุ่มเปลี่ยน CH, FR. [28]

48 ช่อง : ครอบคลุม A, B, E, F, R

รูปแบบวิดีโอ : NTSC/PAL

Output Impedance : 50 โอห์ม

เครื่องส่งสัญญาณความถี่ช่วง : 5645-5945 MHz

ระยะทางในการส่ง : > 3000 เมตร (เปิดโล่ง)

ตัวเชื่อมต่อเสาอากาศ : RP-SMA CONNECTOR

แรงดันไฟฟ้า : 7-16 โวลต์

Supply current : 220 mA

อุณหภูมิในการทำงาน : -10 + 85 องศาเซลเซียส

วิดีโอกว้าง : 0 - 8.0 MHZ

เสียงCarrierความถี่ : 6.5 MHz

วิดีโอระดับอินพุต : 0.8, 1.0, 1.2 Vp-p

วิดีโออินพุตความต้านทาน : 75 kOhm

ระดับอินพุตเสียง : 0.5, 2.0 Vp-p

AUDIO INPUT Impedance : 10 kOhm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.4 โมดูลไร้สายรับข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz

จากรูปที่ ข.4 คือ ตัวโมดูลไร้สายสำหรับรับข้อมูลที่อยู่ในย่านความถี่ 5.8 GHz [29] ที่มีน้ำหนัก 5.8 กรัม มีปุ่มสลับสองปุ่ม โดยที่ปุ่มแรกคือ ปุ่มCHสำหรับการเปลี่ยนช่องความถี่ และปุ่มที่สองคือ ปุ่มFRสำหรับการสลับความถี่ มีสองจอเพื่อแสดงผล จอที่หนึ่งสำหรับCHและอื่นๆ ส่วนจอที่สองสำหรับ FR, Real-time เอาต์พุตสัญญาณวิดีโอและเสียงอิสระ

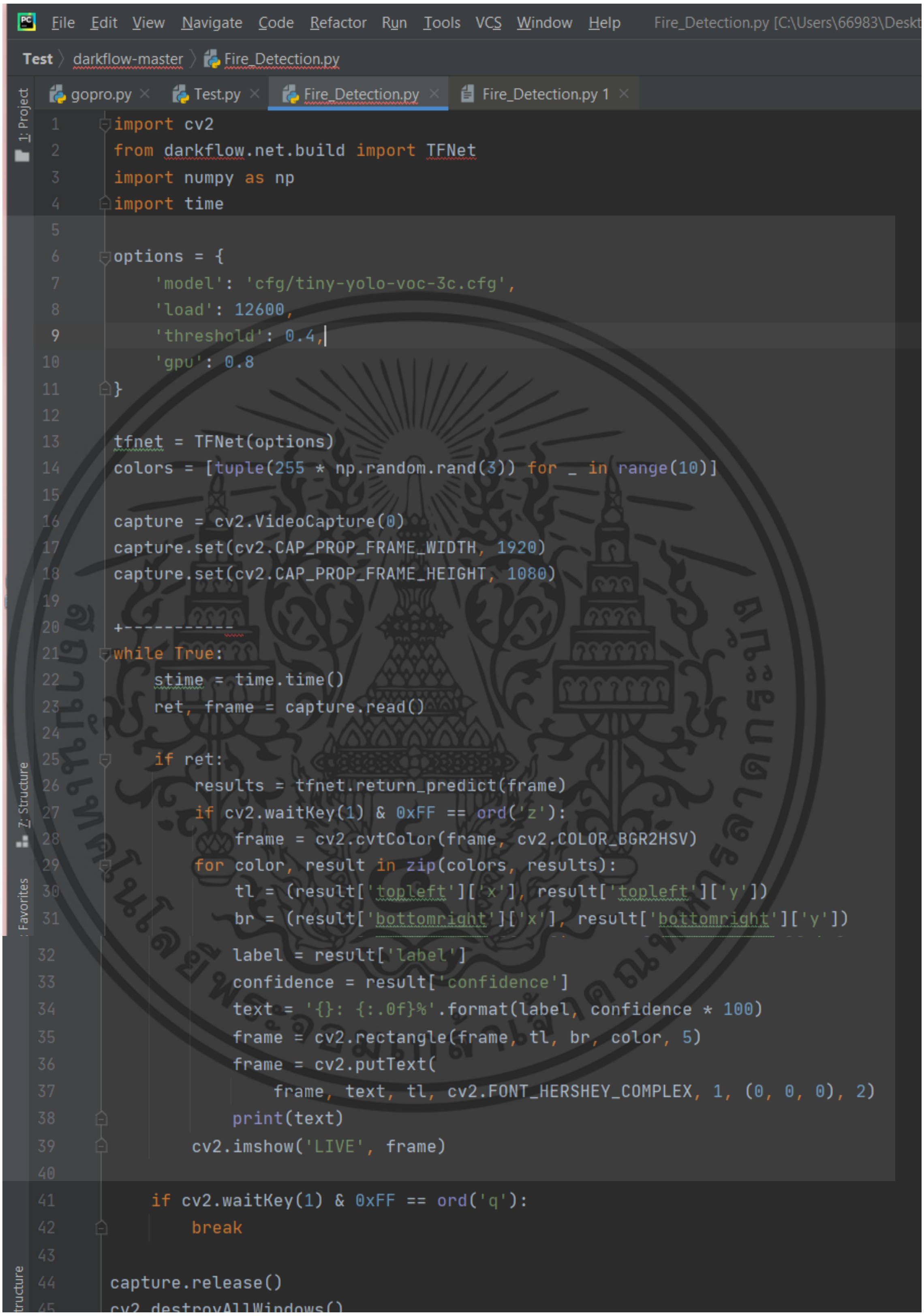
คุณสมบัติ
ยี่ห้อ : Eachine
รุ่น : ROTG02
ชื่อ : UVC OTG เครื่องรับสัญญาณ FPV
ช่อง : 150 CH
ความถี่ช่วง : 5645 ~ 5945 Hz
ความไว : - 90 dBm
ปัจจุบันทำงาน : 300 mA/5V
แหล่งจ่ายไฟ : 5V
อุณหภูมิในการทำงาน : -10 ~ 60 องศาเซลเซียส
ตัวเชื่อมต่อ : RP-SMA ตัวเมีย
ขนาด : 61*41*11 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โค้ดการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 โค้ดการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นาย กฤษดา ประเสริฐผล
วัน เดือน ปีเกิด 11 ธันวาคม 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน 234/245 ม.1 ต.ถนนใหญ่ อ.เมือง จ.ลพบุรี 15000
E-mail 60515004@kmitl.ac.th
ประวัติการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา สายวิทย์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร ตำบลศรีกะอาง อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก 26110

ชื่อ-นามสกุล นางสาว ดรุณี เพชรสุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด 22 เมษายน 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน 76 ม.4 ต.ชลคราม อ.ดอนสัก จ.สุราษฎร์ธานี 84160
E-mail supervan1998@gmail.com
ประวัติการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา สายศิลป์-คำนวณ โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ถนนลูกเสือ ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 12000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน (ต่อ)

ชื่อ-นามสกุล นางสาว ปวิชญา ผิวละออ

วัน เดือน ปีเกิด 23 ตุลาคม 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 256/465 ถ.มนตรีสุริยวงศ์ ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ราชบุรี

E-mail Pawitchaya23100@gmail.com

ประวัติการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา สายศิลป์-คำนวณ โรงเรียนนารีวิทยา ถนนราษฎรยินดี ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี 70000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้